INRA mensuel

n° 78 septembre 1994



INRA
Unité centrale de documentation
Route de Saint-Cyr
78026 Versailles cedex

Actualités

Travaux et Recherches

Le muguet in vitro

La France, premier producteur mondial de muguet, consacre plus de 100 hectares à cette fleur qui se fait vedette à l'occasion du 1er mai : plus de 60 millions de brins et quelque deux millions de pots sont alors commercialisés, à la grande satisfaction des principales régions productrices : la région Nantaise qui assure 70 à 80% de la production nationale, le Bordelais et la Sologne.
La physiologie du muguet est assez particulière. En effet, une plante de muguet porte des bourgeons qui passent par trois stades de développement successifs. Les bourgeons, au tout premier stade de leur développement, sont dits "bourgeons à bois" et poussent à l'extrémité de rhizomes souterrains qui assurent la dissémination des plantes. Durant le cycle végétatif suivant, les "bourgeons à bois" se transforment en "bourgeons à feuilles" qui donnent naissance à des feuilles aériennes (une à trois). Les "bourgeons à feuilles" deviennent "bourgeons à fleurs" après un ou plusieurs cycles (de 2 à 4 cycles peuvent être nécessaires) selon les conditions du milieu : climat, sol, présence ou absence de parasites, fertilisation, alimentation en eau... ces bourgeons sont à l'origine des inflorescences et des feuilles.
Ces métamorphoses se déroulent sur environ trois ans, période pendant laquelle les plantes ne sont pas arrachées et sont, par conséquent, exposées aux attaques de parasites du sol (nématodes, champignons). De plus, lors de l'arrachage puis du tri des plantes, de nombreux "bourgeons à bois" ne survivent pas ; ce qui limite considérablement une multiplication qui pourrait, dans le cas contraire, être beaucoup plus importante.
L'INRA, intéressé par ces problèmes, a donc étudié les possibilités de multiplication *in vitro* du muguet afin d'obtenir une production à la fois rapide, massive et saine. Parallèlement, les chercheurs travaillent, de manière plus fondamentale, à préciser la biologie du muguet.


Photo : M. Le Nard

Culture *in vitro* de muguet (bourgeonnement).

Ces travaux, tout d'abord menés au laboratoire de Physiopathologie Végétale de Dijon puis au laboratoire d'Amélioration de la pomme de terre et des plantes à bulbes à Ploudaniel, ont été financés par des professionnels de la région nantaise. L'INRA a ainsi contribué à définir les conditions environnementales favorables à la culture *in vitro* du muguet : réactivité *in vitro* de différentes parties de la plante, influence de régulateurs de croissance... il a également permis une meilleure connaissance des exigences thermiques de développement d'une part de l'inflorescence, d'autre part du bourgeon végétatif.
Les résultats actuels sont très encourageants : en un an, une seule plante peut à présent produire 150 à 180 bourgeons. Autre point positif : ces plantes issues de culture *in vitro* ont un taux de reprise proche de 100%. La culture *in vitro* du muguet pourrait donc d'ores et déjà permettre la production d'un matériel sain, outil d'expérimentation précieux pour les chercheurs. Une amélioration du taux de multiplication *in vitro* et des informations complémentaires sur le comportement au champ des vitroplants (griffes (1)) seront encore nécessaires avant d'envisager l'utilisation commerciale de cette technique. (D'après Presse Informations INRA n° 178, mai 94).

Marcel Le Nard,
Amélioration de la pomme de terre et des plantes à bulbes,
Ploudaniel.

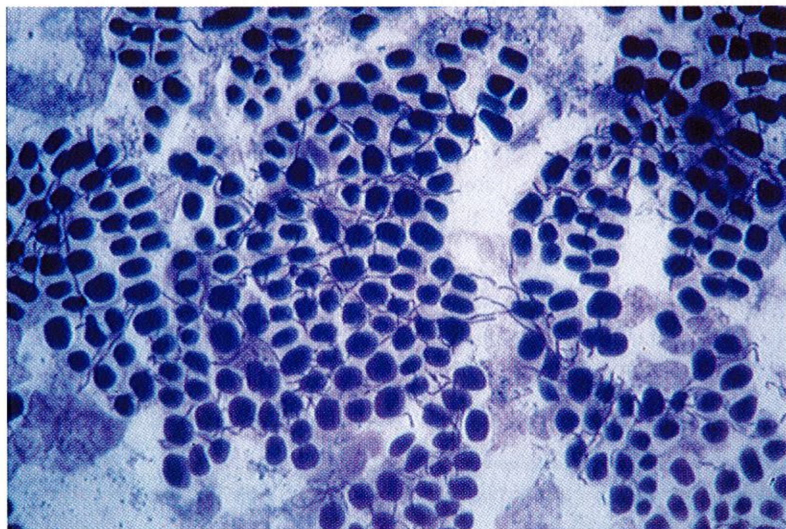
(1) Griffe : ensemble constitué par un bourgeon, un fragment de rhizome et des racines qui prennent naissance sur le rhizome.

Les champignons endophytes des graminées fourragères

Des champignons microscopiques vivent dans certaines plantes, ce qui ne porte pas forcément à conséquence. Cependant, quand ils envahissent des graminées fourragères et qu'ils sécrètent des alcaloïdes, le bétail qui les consomme subit des inconvénients tels des baisses de production de lait ou de viande, des avortements, des problèmes de thermorégulation ou des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'à la mort.
Il semblerait par contre que ces champignons avantagent les plantes, leur confèrent une certaine tolérance à la chaleur et à la sécheresse, à l'attaque d'insectes ou de nématodes et un meilleur rendement en milieu carencé en azote. C'est même pour le ray-grass en Nouvelle-Zélande la condition de sa survie. Quelles connaissances avons-nous maintenant de cette étonnante symbiose et comment pourrait-elle être utilisée pour les gazons et les prairies ? Ce sont les thèmes développés ci-dessous.

Les champignons endophytes vivent à l'intérieur des parties aériennes de végétaux sans jamais produire de symptômes sur la plante-hôte. Découverts au début du siècle, ce n'est qu'en 1977 que leur importance économique fut reconnue, quand Bacon établit, aux États-Unis, la relation entre la présence d'*Acremonium coenophialum* dans la fétuque élevée et des toxicoses caractérisées par des troubles hormonaux, circulatoires et de la thermorégulation chez le bétail pâturant cette fétuque. Un peu plus tard, en Nouvelle-Zélande, il a été démontré que de telles toxicoses accompagnées de troubles neurologiques pouvant aller jusqu'à la paralysie et la mort touchant plus particulièrement les ovins, étaient dues à des alcaloïdes induits par le champignon endophyte du ray-grass anglais, *Acremonium lolii*.

Ces toxicoses se manifestent par une baisse de la production de lait et de viande, des avortements et des gangrènes sèches (1). Elles entraînent des pertes estimées à 760 millions de dollars par an aux États-Unis et en Nouvelle-Zélande de 20 à 100 millions de dollars NZ. De plus, ces alcaloïdes ne sont pas sans danger pour les chevaux, les cervidés et la faune sauvage.
Toutefois, la présence de ce champignon endophyte confère à son hôte végétal des avantages adaptatifs non négligeables. Les plantes avec endophyte (E+) sont plus tolérantes aux stress que les plantes non infectées (E-). Ainsi la fétuque élevée ne doit sa survie dans les zones les plus sèches des États-Unis qu'à son endophyte. Celui-ci permet de mieux résister au stress hydrique par un meilleur ajustement de son potentiel osmotique (West et al., 1989). Certains alcaloïdes, liés à la présence du champignon, confèrent à la plante-hôte une tolérance aux insectes, qui, en Nouvelle-Zélande, compromettent la survie du ray-grass, et aux nématodes.
Nos premiers résultats obtenus en conditions contrôlées, montrent que des clones E+ de ray-grass résistent mieux à un stress hydrique que les mêmes clones sans endophytes ; ils sont également plus productifs en milieu carencé en azote. Au champ, dans un réseau multilocal, nous avons observé que les familles E+ avaient un meilleur rendement que les familles E- dans les lieux les plus stressants (chauds et secs). Par conséquent, si la plante se doit de nourrir et de disséminer cet encombrant champignon (2), elle lui doit une protection contre les herbivores de tout genre et une meilleure tolérance aux stress.
Cette association peut donc être qualifiée de symbiose dont le sélectionneur peut tirer profit, aisément pour les gazons, mais peut-être plus difficilement en matière de fourrages. Pour ceux-là, il peut compter sur la très grande variabilité de ce champignon notamment en matière d'alcaloïdes produits. C'est ainsi que déjà, après une étape de prospection en Europe, zone de différenciation primaire des graminées telles le ray-grass et la fétuque et de leurs symbiotes, les sélectionneurs américains et néo-zélandais tentent d'introduire systématiquement une souche d'*Acremonium* dans les variétés pour les gazons, et même dans les variétés fourragères qu'ils ont sélectionnées et qu'ils tentent de protéger. Pour cela, ils accompagnent leur vente de conseils pour limiter le pâturage d'été, période durant laquelle la teneur en alcaloïdes est la plus forte où ils utilisent des souches d'*Acremonium* moins toxiques pour les mammifères mais ayant conservé leur effet répulsif pour les insectes. La présence de l'endophyte est donc à considérer comme un argument de vente (surtout en Nouvelle-Zélande où l'endophyte est quasiment indispensable à la survie du ray-grass).
En Europe, les recherches sur les endophytes des graminées fourragères sont plus récentes. Des enquêtes en Grande-Bretagne et en France montrent qu'ils peuvent être assez répandus dans les prairies naturelles, d'autant plus que celles-ci sont âgées ; ce qui tendrait à montrer que l'*Acremonium* peut bien conférer un avantage sélectif aux plantes infectées. En France, des symptômes de toxicoses ont été observés sur des bovins dans plusieurs régions au cours d'été chaud et sec. Des phénomènes neurologiques (titubations) ont été répertoriés en Grande-Bretagne sur des ovins et aux Pays-Bas.
Sachant que les endophytes sont présents en France dans de très nombreuses populations naturelles de graminées, tout laisse à penser qu'ils risquent de l'être dans les variétés développées à partir de ces populations. Il serait donc urgent de mesurer l'impact réel sur l'élevage, car même si les gains de productivité ne sont plus à rechercher, il est certain que la diminution des performances, de la santé et du bien-être des animaux nuit à la compétitivité de l'élevage. De plus, la présence de l'*Acremonium* peut aussi avoir des effets négatifs sur la santé des herbivores sauvages. Si les avantages économiques de la symbiose se confirment, une utilisation raisonnée des *Acremonium* comme outil de "transformation" naturelle des plantes pourrait apparaître. Cette "transformation" pourrait permettre aux prairies et aux gazons un meilleur comportement en conditions sèches et/ou de faible fertilisation. On pourrait ainsi améliorer la compétitivité et réduire les coûts de production en diminuant les intrants et en allongeant la période de pâturage, qui fournit une alimentation à bon marché. Pour l'alimentation des herbi-


Photo : C. Ravel

Mycélium de l'endophyte *Acremonium lolii* du Ray-grass anglais dans une graine (présence de nombreux grains d'aleurone).

(1) Notamment les bovins peuvent perdre leur queue à la suite de gangrènes sèches provoquées par l'endophyte de la fétuque élevée.

(2) La seule voie de dissémination connue des endophytes étant les semences qu'il colonise sous forme de mycélium ; se faisant, il se comporte comme un caractère à hérédité maternelle que ne peut négliger le sélectionneur !

vores, il faudra bien entendu se préoccuper de voir quels sont les alcaloïdes produits par les *Acremonium* et sélectionner des souches à faible toxicité. Ainsi l'étude de cette symbiose, encore mal connue, se trouve au carrefour de plusieurs disciplines dont la pathologie végétale, la physiologie et la génétique végétales, la zootechnie, la microbiologie du rumen, la toxicologie et les sciences vétérinaires. Trois équipes coopèrent actuellement sur ce sujet : équipe fourrage (responsable G. Charmet), microbiologie végétale (responsable J.J. Guillaumin), physiologie végétale (Université, responsable A. Coudret). Quelques tentatives préliminaires d'analyse des alcaloïdes ont été faites avec J.L. Lamaison (Université de Pharmacie). Malgré ces coopérations, nous ne couvrons pas tout le domaine d'investigation lié à ce symbiote, notamment en zootechnie. Avis à d'éventuels collaborateurs. (D'après le Puy de Sciences n°83, mars 1994).

Gilles Charmet et Catherine Ravel,
Amélioration des plantes,
Clermont-Ferrand - Theix.

TRAVAUX ET RECHERCHE

Amélioration génétique des Pélargoniums


Photo : J.P. Renou

Culture *in vitro* : à gauche, plantule de *Pelargonium aridum* ; à droite, plantule hybride *(P. hortorum x P. aridum).*

Avec une moyenne de deux plantes achetées par an et par habitant, les *Pelargonium* (nommés géraniums dans le langage courant) figurent parmi les principales espèces ornementales cultivées, aussi bien en pot qu'en massif. La France se situe au premier rang des pays consommateurs d'Europe, à égalité avec l'Allemagne. Elle fournit 80 % du marché et s'intéresse aujourd'hui à l'exportation. Mais elle est encore peu présente dans le domaine de la création variétale des *Pelargonium.* Le genre *Pelargonium,* qui comprend plus de 200 espèces, est très diversifié. Les deux espèces ornementales majeures : *P. X hortorum* et *P. X hederaefolium* font l'objet d'un programme d'amélioration génétique à l'INRA. C'est pourquoi un important groupement de producteurs certifiés (l'Union France Pélargoniums, UFP) a passé, en 1987, un contrat avec l'ENSH (l'École Nationale Supérieure d'Horticulture) et l'INRA soutenus par le ministère de l'Agriculture pour un programme d'hybridation et d'étude des ressources génétiques.

Pelargonium féerie rouge en chimère.


Photo : A. Cadic

Conduite de 1987 à 1993 au laboratoire de Génétique et Amélioration des plantes INRA-ENSH à Versailles, cette activité s'est poursuivie depuis 1993 à la station d'Amélioration des espèces fruitières et ornementales du centre de recherche INRA d'Angers. L'expérimentation est réalisée par la station du Val de Loire du Comité National Interprofessionnel de l'Horticulture (CNIH) à Angers et par les partenaires membres de l'UFP installés en différents sites de l'hexagone.

Les variétés sélectionnées sont protégées par la marque déposée Francepel associée à un nom de ville et commercialisées, en exclusivité pendant dix ans, par les producteurs membres de l'UFP. Les premiers cultivars de *Pelargonium hortorum* (géranium zoné des horticulteurs) issus d'un programme d'hybridations se caractérisent par une floraison importante et continue. Des demandes de Certificat d'Obtention Végétale (COV) ont été déposées pour les variétés :

- Potange Francepel Angers à fleurs rouge carminé,
- Potalvi Francepel Albertville à fleurs rouge orangé,
- Potabia Francepel Biarritz à fleurs pourpres,
- Potabou Francepel Bourges à fleurs saumon,
- Potabre Francepel Brest à fleurs rouges.

Plusieurs autres sélections, directement issues de ce programme, sont en cours d'expérimentation.

Aujourd'hui incluant la mise en oeuvre de méthodes dites "biotechnologiques", les objectifs de l'amélioration génétique des *Pelargonium* sont de deux ordres :

- les classiques, qui peuvent être envisagés à plus ou moins court terme, comme la diversification de la couleur des fleurs, la floribondité, la taille du feuillage ou encore la longueur des entre-noeuds et la ramification,
- les plus prospectifs, comme la résistance aux parasites ou à d'autres conditions de stress qui s'inscrivent plutôt dans le long terme.

Deux programmes majoritaires sont actuellement en cours :

- hybridation intra et interspécifique incluant le sauvetage systématique des embryons par culture *in vitro.*

Une collection d'environ 500 clones a été constituée, regroupant des cultivars, des hybrides issus des sélections du programme précédemment mené à Versailles et des espèces botaniques. L'utilisation systématique du sauvetage d'embryons par culture *in vitro* (adapté de C. Scemama, thèse 1991) permet une augmentation significative du rendement en hybrides obtenus ainsi qu'un gain de temps important : inférieur à 5 % dans les conditions naturelles ce rendement est supérieur à 50 % avec la technique du sauvetage des embryons. La première campagne d'hybridation au centre d'Angers a débuté en février 1994 ; en juillet 1994, on compte plus de 650 hybrides en serre dont environ 50 ont déjà fleuri : deux générations peuvent être produites par an,

- transformation génétique par *Agrobacterium.*

Des *P. hortorum* et *hederaefolium* transgéniques ont déjà été obtenus au laboratoire (thèse en cours de M.P. Robichon). Cette approche complètement nouvelle sur ces espèces permet d'envisager l'introduction de caractères intéressants sur des cultivars à fort potentiel ainsi que l'introduction de caractéristiques

complètement étrangères à l'espèce. Des travaux sont actuellement en cours pour introduire des gènes susceptibles de modifier le port des plantes (gènes impliqués dans la régulation hormonale). Une autre approche vise l'altération de la pigmentation florale intéressant plus particulièrement la gamme des "rois des balcons", pratiquement stériles et peu diversifiés en couleurs. Il s'agit dans ce cas de développer une stratégie anti-sens au niveau du gène de la chalcone-synthétase dont un fragment a été cloné au laboratoire. Enfin, un programme débute en collaboration avec l'INRA de Versailles à l'unité de Pathologie (Monique Lemattre, Josette Albouy et Annick Diolez) en vue d'introduire des constructions génétiques pour conférer la résistance à des pathogènes majeurs des *Pelargonium* : le *Xanthomonas pelargonii* et le virus du "flower break".

Parallèlement à ces travaux, la mise au point de la polyploïdisation *in vitro* des *Pelargonium hederaefolium* a été réalisée en 1993. Les plantes régénérées présentent quelques modifications phénotypiques dont la plus remarquable est sans doute une restauration de la fertilité mâle au stade tétraploïde. Ces plantes font l'objet d'observations en 1994 afin de juger de leur éventuel intérêt dans un programme de croisement. Enfin l'utilisation systématique de l'étude des pigments floraux des géniteurs par chromatographie permet une meilleure compréhension de la génétique de ces caractères et apporte un soutien indispensable au programme d'hybridation.

Concernant ces espèces, l'amélioration génétique repose donc sur l'utilisation simultanée des méthodes dites conventionnelles et des techniques de culture *in vitro* et de biologie moléculaire. Les objectifs, qui relèvent aujourd'hui majoritairement de la recherche appliquée sont définis en étroite collaboration avec les professionnels. Les méthodologies adéquates sont ensuite choisies pour répondre à chacun de ceux-ci. La conjonction des efforts entrepris devrait permettre un progrès génétique significatif.

Jean-Pierre Renou,
Amélioration des espèces fruitières et ornementales, Angers.

Allaitement maternel et allaitement artificiel : le point de vue lipidiste

Tant dénigrées dans nos sociétés d'abondance, les graisses alimentaires représentent pourtant un nutriment vital pour l'organisme. Elles nous apportent quotidiennement des acides gras polyinsaturés. Ces acides gras polyinsaturés sont des constituants fondamentaux de toutes les membranes cellulaires, notamment celles des cellules nerveuses, soit sous leur forme initiale soit sous leur forme à longue chaîne. Ils exercent également un grand nombre d'activités biologiques, notamment dans la régulation de la lipémie (teneur en lipides du sang) et de l'hémostase (agrégation plaquettaire) et dans le contrôle de certains processus inflammatoires.

Ces acides gras polyinsaturés sont nécessaires notamment au bon développement du système nerveux du nouveau-né. Mieux préciser ces besoins est l'objet de nos recherches.

À propos des acides gras

Les matières grasses alimentaires, qu'elles soient sous forme visible ou invisible, ont pour principal intérêt de mettre à la disposition de l'organisme des **acides gras**. Cette appellation désigne trois grandes familles :

- les acides gras saturés dont la chaîne hydrocarbonée ne contient aucune double liaison,
- les acides gras monoinsaturés (une seule double liaison),
- les acides gras polyinsaturés (au moins deux doubles liaisons).

Les acides gras remplissent quatre fonctions principales :

- un rôle énergétique, assuré principalement par les acides gras constitués de 4 à 18 atomes de carbone,
- un rôle structural au niveau des membranes cellulaires, rempli par les principaux représentants des trois grandes familles (12 à 24 C),
- un rôle sur les activités enzymatiques et les transporteurs transmembranaires (lié au rôle structural),
- un rôle de précurseurs de dérivés actifs exercé essentiellement par les acides gras polyinsaturés à longue chaîne (au moins 20 C) qui, sous l'effet de stimuli spécifiques, sont transformés en médiateurs oxygénés à action de type hormonal.

Pour couvrir l'ensemble de ses besoins, l'organisme dispose de l'apport alimentaire en graisses et d'un équipement enzymatique qui lui permet de réaliser lui-même la synthèse de tous les acides gras saturés et mono-insaturés.

Mais dans le monde vivant, seuls les végétaux possèdent les deux enzymes désaturases qui permettent d'introduire une double liaison entre le sixième et le septième atome de carbone (1), d'une part, et entre le troisième et le quatrième atome de carbone, d'autre part. Cette spécificité est d'une importance capitale car les deux acides gras issus de ces déshydrogénations successives sont les chefs de file "incontournables" des deux grandes familles des acides gras polyinsaturés : il s'agit de l'acide linoléique (18:2n-6) et de l'acide α-linolénique (18:3n-3), acides gras essentiels pour les animaux (2).

En définitive, les lipides de structure des cellules animales contiennent les acides gras essentiels provenant de l'alimentation, et les acides gras plus longs et plus insaturés provenant soit de l'alimentation, soit de la bioconversion réalisée à partir des précurseurs. Un apport alimentaire suffisant et équilibré en acides gras polyinsaturés est donc un élément d'importance primordiale pour la physiologie de tout organisme animal.

Chez l'enfant

Au cours des semaines qui précèdent et qui suivent la naissance, les

(1) Nous n'utilisons pas ici la nomenclature des chimistes qui numérotent les atomes de carbone à partir de la fonction carboxylique (fonction acide), mais celle des physiologistes qui débute à partir du groupement méthyle terminal (situé au bout de la chaîne grasse) et qui permet de déterminer précisément l'appartenance d'un acide gras à une famille. Par exemple, pour l'acide linoléique (18:2n6) 18 indique le nombre d'atomes de carbone (ici 18) ; 2 le nombre de doubles liaisons ; n6, la position de la 1ère double liaison.

(2) L'acide linoléique contient 18 atomes de carbone et deux doubles-liaisons : la première est située en position 6-7, ce qui confère à cet acide gras son caractère essentiel, et la deuxième en position 9-10. Une fois cette molécule absorbée par un organisme animal, plus aucune double-liaison ne pourra être introduite avant le sixième atome de carbone. De même, l'acide α-linolénique (18:3n-3) est constitué de 18 atomes de carbone et possède trois doubles-liaisons situées respectivement en position 3-4, 6-7 et 9-10.
Après absorption, chacun de ces acides gras peut être transformé en molécule plus longue et plus insaturée, mais uniquement vers l'extrémité carboxylique, c'est-à-dire au-delà du neuvième atome de carbone, qui représente la frontière en deçà de laquelle les animaux ne sont plus capables d'introduire une double-liaison. Les deux chefs de file engendrent ainsi leurs familles respectives, appelées série n-6 et série n-3, entre lesquelles il n'existe aucun point de passage. L'acide linoléique est principalement converti en acide arachidonique (20:4n-6) et l'acide α-linolénique en acide docosahéxaènoique ou DHA (22:6n-3). Cette bioconversion s'effectue par des voies métaboliques communes pour lesquelles les deux chefs de file entrent en compétition.

acides gras polyinsaturés à longue chaîne des séries n-6 et n-3 se concentrent particulièrement dans les membranes du système nerveux central, notamment les terminaisons synaptiques et les disques des cellules photo-réceptrices de la rétine. Pendant le dernier trimestre de la grossesse, la concentration de ces acides gras dans le cerveau augmente ainsi de trois à cinq fois. Douze semaines après la naissance, les vitesses d'accumulation des acides DHA et arachidonique dans le cerveau humain atteignent respectivement 30 et 100mg/semaine. Les réserves corporelles en acides gras polyinsaturés, stockées dans le foie et le tissu adipeux du foetus, sont insuffisantes pour assurer les besoins "explosifs" du système nerveux central. Ces besoins, et ceux des autres tissus, doivent donc être couverts par le lait qui constitue l'alimentation exclusive du nouveau-né pendant plusieurs mois.


Photo : UNICEF

Le lait maternel
comme référence biologique

Le lait humain contient les acides gras formés de 4 à 24 atomes de carbone, soit environ une cinquantaine d'acides gras différents par leur longueur, la position et le nombre de leurs doubles liaisons. En moyenne, les acides linoléique et α-linolénique représentent respectivement 12-15% et 1% des acides gras totaux des lipides du lait de femme. Il faut cependant souligner que le lait humain peut présenter des déséquilibres entre ces deux précurseurs, déséquilibres dont est responsable le régime maternel. Nous avons récemment montré que les lipides du lait de certaines femmes se distinguent par des valeurs du rapport acide linoléique/acide α-linolénique bien supérieures à la limite supérieure fixée par l'ensemble des comités de nutrition pour les laits infantiles ! Les recommandations préconisent une fourchette allant de 5 à 15 pour ce rapport, tandis qu'il peut atteindre 20 (ou plus) dans le lait des mères dont l'apport alimentaire est excessif en acide linoléique et/ou insuffisant en acide α-linolénique (3). Les conséquences de ce déséquilibre sur le statut en acides gras du système nerveux central de l'enfant à l'issue de la période d'allaitement sont inconnues, mais des données expérimentales que nous avons obtenues chez le jeune rat allaité mettent en évidence une baisse significative de la teneur en DHA dans le cerveau et la rétine dans de telles conditions nutritionnelles.

(3) L'huile de maïs et surtout l'huile de tournesol sont très riches en acide linoléique. Les huiles de soja et de colza apportent de l'acide linoléique et de l'acide α-linolénique dans un rapport équilibré.

Par rapport aux laits artificiels, le lait de femme présente la particularité de contenir les deux dérivés à longue chaîne qui sont des éléments constitutifs des structures nerveuses (l'acide arachidonique et le DHA représentent environ 0,5 % et 0,3 % des acides gras totaux du lait humain ; ce qui correspond à un apport en ces deux acides gras de 200 et 120 mg par litre). Le lait humain peut donc être considéré comme un modèle nutritionnel, à la condition expresse que l'alimentation des nourrices soit parfaitement équilibrée. Mais la variabilité de la composition du lait maternel pose le problème de son utilisation en tant qu'aliment de référence pour évaluer l'adéquation entre les besoins du nouveau-né et l'apport en acides gras polyinsaturés des laits infantiles : si la composition des formules lactées est parfaitement contrôlée, celle du lait maternel est susceptible de varier, d'une mère à l'autre, d'une étude à l'autre, d'une région à l'autre, d'un pays à l'autre...

Composition en acides gras
des laits infantiles

Le statut lipidique de l'enfant allaité au biberon est peut-être différent de celui de l'enfant allaité au sein, car aucun lait de remplacement ne reproduit, actuellement, la richesse du lait maternel. Les recommandations officielles, qui varient selon les pays et les organismes, fixent généralement les besoins quotidiens du nouveau-né à 0,3-1,1 g par kg de poids corporel pour l'acide linoléique et à 0,05-0,2 g/kg pour l'acide α-linolénique, mais les besoins spécifiques en acides arachidonique et

en DHA ne font encore l'objet d'aucune recommandation. La législation française impose une teneur pour l'acide linoléique (et lui seul) : cet acide gras doit représenter de 9 à 16 % des acides gras totaux du lait, soit un apport quotidien de 0,3-0,6 g/kg de poids corporel. Les fabricants de laits infantiles respectent ces recommandations : les acides gras essentiels (acides linoléique et α-linolénique) sont incorporés dans les formules, en utilisant tout simplement des huiles végétales appropriées. Mais dans la très grande majorité des cas, ni l'acide arachidonique ni le DHA ne sont présents dans les laits de remplacement... Ceci revient à dire que l'enfant allaité artificiellement doit être rapidement capable de fabriquer lui-même, à partir des précurseurs essentiels contenus dans le lait, les acides gras polyinsaturés à longue chaîne nécessaires à l'édification de ses membranes cellulaires. Or, quelques études montrent que la teneur en DHA dans les membranes des globules rouges des enfants allaités artificiellement, (qui n'ingèrent donc que les précurseurs) est inférieure à celle des enfants qui reçoivent le lait maternel. Certains nutritionnistes, considérant que la teneur érythrocytaire en DHA reflète celle du cerveau, mettent en avant la nécessité de supplémenter les laits artificiels en acides gras polyinsaturés à longue chaîne, afin de reproduire la qualité du lait humain et d'assurer au nouveau-né allaité une composition lipidique cérébrale "optimale".

Quelles seraient les conséquences physiologiques de l'allaitement artificiel ?

Il n'existe aucune certitude quant à l'ampleur de la diminution de la teneur en DHA dans les structures nerveuses qui résulterait d'un allaitement exclusivement artificiel. Les premières données sur les teneurs cérébrales en acides gras polyinsaturés d'enfants victimes du syndrome de mort subite ont été publiées en 1992. Les enfants décédés ont été rétroactivement répartis en plusieurs groupes selon qu'ils étaient allaités par leur mère, ou qu'ils avaient reçu des laits de remplacement. Les analyses montrent que la teneur en DHA dans le cordex cérébral est généralement inférieure chez les enfants allaités exclusivement au biberon par rapport aux enfants allaités au sein, mais la différence porte sur des enfants d'âge différent et ne joue que sur 3 à 4 % des acides gras totaux.

Les conséquences physiologiques d'une teneur insuffisante en DHA dans le cerveau et la rétine sont extrêmement difficiles à démontrer chez l'enfant né à terme.

L'incidence du type d'allaitement sur le développement intellectuel a fait l'objet d'une étude récente... et très controversée. Il s'agissait d'enfants *nés prématurément* qui avaient reçu un allaitement maternel ou artificiel. À l'âge de 7-8 ans, une différence significative de huit points de Quotient Intellectuel apparaît en faveur du groupe d'enfants allaités par leurs mères. Selon certains, l'un des facteurs pouvant expliquer cette différence pourrait être l'absence du DHA dans les laits de remplacement, mais d'autres chercheurs préfèrent incriminer certaines habitudes socio-culturelles liées au choix des mères d'allaiter ou non leur enfant (tabagisme par exemple). Bien que des résultats en ce sens aient été obtenus chez le rat déficient en acides gras de la série n-3, il est encore impossible d'établir une relation directe de cause à effet entre l'abaissement du taux cérébral de DHA, et les moins bonnes performances intellectuelles constatées dans le cas de l'allaitement artificiel chez l'enfant prématuré.

En tout état de cause, il est nécessaire de rappeler que les réserves en acides gras polyinsaturés du prématuré sont minimes, que ses structures nerveuses ne sont pas développées, que son foie est incomplètement différencié et que ses besoins en acides gras polyinsaturés à longue chaîne sont probablement plus importants que ceux de l'enfant né à terme.

L'accumulation impressionnante du DHA dans les membranes des cellules photo-réceptrices a surtout conduit à s'interroger sur le rôle de cet acide gras dans la fonction rétinienne. Chez l'enfant prématuré de très faible poids (31 semaines de gestation), l'intensité du seuil de perception visuelle est trois fois plus élevée dans le cas de l'allaitement artificiel, par comparaison avec l'allaitement maternel. Cette altération de la vision n'apparaît pas chez les enfants dont le lait de remplacement est préalablement enrichi en acides gras polyinsaturés à longue chaîne de la série n-3 par l'adjonction d'huile de poisson. De même, l'acuité visuelle d'enfants prématurés allaités artificiellement est meilleure si l'on supplémente le lait de remplacement avec une huile de poisson riche en 20:5n-3 et en DHA. Mais les mécanismes impliqués dans cette relation entre l'apport en acides gras polyinsaturés à longue chaîne de la série n-3 et la physiologie rétinienne sont complexes car les enfants non supplémentés rattrapent leur déficit d'acuité visuelle après l'âge de six mois.

L'un de nos objectifs est de mieux préciser les besoins du nouveau-né en acides gras polyinsaturés. Nous utilisons pour ce faire deux modèles animaux : le jeune rat pour l'étude de l'effet de la nutrition lipidique de la mère au cours des périodes de gestation et de lactation, et le porcelet pour l'étude des laits de remplacement actuels. Dans tous les cas de figure, le bilan lipidique est établi à l'issue de la période d'allaitement afin de mieux définir l'incidence de l'allaitement artificiel sur le statut en acides gras polyinsaturés de l'enfant. En parallèle, des essais d'enrichissement spécifique en acides gras polyinsaturés à longue chaîne des laits de remplacement seront bientôt effectués, en vue d'une utilisation future en nutrition infantile.

Jean-Marc Alessandri
et Philippe Guesnet,
Nutrition et sécurité alimentaire,
Jouy-en-Josas. ■

Animer, Diffuser, Promouvoir

Colloques
Compte-rendu

Que peut-on attendre des fibres alimentaires ?

Nous publierons un Point sur les fibres alimentaires dans un prochain "INRA mensuel".

"Fibres alimentaires : mécanismes d'action sur la physiologie et le métabolisme de l'homme", c'est le thème d'une conférence internationale organisée les 20-22 juin dernier par l'équipe de Nutrition du centre INRA de Nantes sous l'égide de la CEE, dans le cadre du programme COST 92 avec le soutien de l'INRA, de l'INSERM et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
Ce congrès est le troisième volet d'une série initiée en 1990 à Norwich sur le thème "Biochemical and biological aspects of dietary fibre" et poursuivie à Rome en 1992 avec "Topics in dietary fibre". Ces deux premières réunions avaient essentiellement été consacrées à la connaissance des fibres, chimie, physico-chimie, dosage, et à la description des effets nutritionnels généraux liés à l'ingestion de fibres.

La conférence de Nantes

La conférence avait un double objectif :
- privilégier la compréhension des mécanismes d'action des fibres alimentaires chez l'homme sain,
- prendre en compte la pluridisciplinarité nécessaire à cette approche en réunissant des chercheurs de différents domaines de compétences (science des aliments, médecine, physiologie...).

Dans un premier temps, le point a été fait sur les propriétés des fibres qui agissent sur les phénomènes digestifs gastro-intestinaux et fermentaires coliques, en prenant en compte les transformations subies au cours du passage dans le tube digestif. La seconde partie de la conférence a permis d'aborder l'étude du rôle des fibres en physiologie et physiopathologie humaine, en privilégiant l'analyse des mécanismes d'action. Les méthodes de caractérisation des fibres et d'étude de leurs effets physiologiques et métaboliques ont été discutées en détail au cours d'un premier atelier. Le second a permis de préciser les conséquences attendues pour la santé de l'homme d'une alimentation enrichie en fibres.
Environ deux cents personnes d'horizons variés, sur les plans géographique et scientifique, ont apporté leur contribution aux débats.

Un nouveau centre de recherche en nutrition humaine

Au delà de l'intérêt strict des fibres alimentaires, l'émergence de thèmes de recherche, déjà engagés à l'INRA de Nantes, a été confirmée : fonctionnement du colon, alimentation et régulations métaboliques. D'une manière générale, les conclusions de ce congrès confirment l'importance en nutrition d'une approche pluridisciplinaire intégrant des recherches depuis l'aliment jusqu'à la biologie fondamentale.
La pertinence de cette démarche a été concrétisée par l'annonce officielle durant la conférence de la création du nouveau centre de recherche en Nutrition humaine ou CRNH, impliquant l'INRA, l'université et les centres hospitaliers régionaux universitaires de Nantes (1). (D'après Bouillonantes n°29, mai 1994 et n°31, juillet 1994).

(1) Voir aussi le CRNH de Clermont-Ferrand, INRA mensuel n°55, avril 1991.

J.L. Barry et C. Cherbut,
LTAN, Nantes.

Colloques
Organisés par l'INRA ou auxquels participent des intervenants INRA

LES TRICHOGRAMMES ET AUTRES PARASITOÏDES OOPHAGES, Le Caire, Égypte, 4-7 octobre 1994.
Thèmes : les parasitoïdes oophages et principalement les trichogrammes sont des insectes hyménoptères utilisés dans le monde entier pour lutter contre des lépidoptères ravageurs de cultures. Les chercheurs de plus de trente pays différents présenteront leurs résultats récents sur ces insectes. Les domaines abordés seront les suivants : biosystématique, génétique, biologie parasitaire, écologie, dynamique des populations, production de masse, méthodes de lâcher, contrôle de qualité, efficacité sur le terrain.
▼Contact : Éric Wajnberg, Biologie des Invertébrés, 37 bd du Cap 06600 Antibes. Tél. 93 67 88 92.

LA CUISSON DES ALIMENTS, Nantes, 5-6 octobre 1994.
Thèmes : évolution des technologies et des marchés des produits cuits, progrès en technologie de cuisson, capteurs et contrôle en cuisson, cuisson et sécurité alimentaire, interactions moléculaires, modifications physico-chimiques en cours de cuisson.
▼Contact : Agoral, 1 avenue des Olympiades 91305 Massy. Tél. 69 93 50 81.

COMMUNICATION INTERCELLULAIRE : BIOTECHNOLOGIE DES RÉCEPTEURS MEMBRANAIRES, Figeac (Lot), 17-19 octobre 1994.
Thèmes : structures-fonction des récepteurs membranaires : récepteurs à sept segments transmembranaires, récepteurs des facteurs de croissance, récepteurs solubles, récepteurs neuronaux ; récepteurs d'adhésion et de reconnaissance, récepteurs chez les végétaux et chez les insectes, canaux ioniques, immunoglobulines de sécrétion, méthodes d'études (cartographie fonctionnelle, mutagénèse dirigée, localisation cellulaire et tissulaire hybridation *in situ*, immunochimie, production de récepteurs recombinants).
▼Contact : Roland Salesse, UIP biotechnologies, Jouy-en-Josas. Tél. 34 65 25 61. Fax. 34 65 22 73.

DÉFI BLÉ 1994, Paris, 20-21 octobre 1994.
Thèmes : énergies vertes, les métiers de collecte-approvisionnement, localisation des productions animales, de la variété à la qualité alimentaire, dynamique des marchés internatio-

naux, amidon, source renouvelable d'écoproduits, l'innovation au service des exploitations, céréales et espace agricole et rural.
▼ Contact : Martine Georget, DIC Paris. Tél. 42 75 93 83.

REGARDS SUR LE SOL, Paris, 27 octobre 1994.
Thèmes : l'association Natures Sciences Sociétés-Dialogues organise une table ronde autour du livre "regards sur le sol" d'Alain Ruellan et Mireille Dosso, au ministère de la Recherche.
▼ Contact : Audrey Pérocheau ou Marie-Françoise Nicolle, NSS-Dialogues, Université Paris X, Bât. G., 200 av. de la République, 92001 Nanterre cedex. Tél. 40 97 71 55.

LA SCIENCE EN DÉBAT : AGRO-ALIMENTAIRE, La Villette à Paris, 9 novembre au 14 décembre 1994.
Ce cycle de conférences, organisé avec la Cité des Sciences et de l'Industrie, complète l'exposition "Terroirs, Territoires - Lieux d'innovations", présentée à la Cité à partir du 30 novembre 1994 et en liaison avec l'exposition "Emballages" à partir du 22 novembre 1994 :
- les consommateurs ont-ils changé ? Observations des comportements, histoire de leur évolution,
- améliorer l'aliment aujourd'hui. Les biotechnologies au service de l'alimentation,
- la qualité de l'aliment : un enjeu multiple. Hygiène, sécurité, nutrition, goût,
- quel avenir pour les produits du terroir ? Culture et agriculture, produits et appellations d'origine en Europe,
- l'aliment : son conditionnement, sa conservation. Le rôle de l'emballage,
- l'aliment et son emballage : une relation complexe. Échange emballage/aliment, recyclage et environnement.

▼ Contact : Cité des Sciences et de l'Industrie, 30 av. Corentin Cariou 75019 Paris. Tél. 40 05 72 99/73 65.

PHYSIOLOGIE DES ARBRES FORESTIERS (Eureka-Eurosylva), Dourdan, 7-10 novembre 1994.
Thèmes : croissance et développement, physiologie du stress, nutrition des arbres, relations.
▼ Contact : Marc Bonnet-Masimbert, INRA 45160 Ardon. Tél. 38 41 78 00.

RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, Montpellier, 21-25 novembre 1994.
▼ Contact : J. Brossier, INRA SAD, 26 bd Petitjean 2100 Dijon. Tél. 80 66 54 12.

CLERMONT-PHORÈSE 1994, Clermont-Ferrand, 22-25 novembre 1994.
Thèmes : cartographie des protéines à l'ADN, séparation des isoenzymes, électrophorèse d'enzymes, électrophorèse et détections spécifiques, électrophorèse capillaire, électrophorèse des acides nucléiques.
▼ Contact : G. Branlard, INRA Clermont-Theix. Tél. 73 62 43 16.

Colloques
Autres

OPTIMISATION DE LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS DANS LES DOMAINES ÉLECTRONUCLÉAIRE, INDUSTRIEL ET MÉDICAL, La Rochelle, 20-21 septembre 1994. Organisé par la section de protection technique de la Société française de radioprotection, SFRP et le centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire, CEPN.
▼ Contact : SFRP, BP 72, 92265 Fontenay-aux-Roses. Tél. 46 54 72 85.

LES BOUES DES STATIONS D'ÉPURATION BIOLOGIQUES, Lyon, 18 octobre 1994. Organisé par le conseil national des ingénieurs et des scientifiques de France et l'association française des ingénieurs et techniciens de l'environnement.
Thèmes : réduction de masse et de volume, nouvelles approches, éléments technico-économiques, points de vue des promoteurs et des utilisateurs.
▼ Contact : CNISF, 7 rue Lamennais 75008 Paris. Tél. 44 13 66 88.

L'USINE DU FUTUR EN AGRO-ALIMENTAIRE, Paris, 28 octobre 1994.
Organisé par Eurêka, Commission européenne, ministères de l'Agriculture, de la Recherche, de l'Industrie, des Postes et du Commerce extérieur, EDF et Manche Expansion.
Thèmes : convention européenne pour faire le point et susciter des projets Eurêka, développer une coopération technologique sur le contrôle et les risques industriels, la réactivité, la maîtrise de l'espace et les méthodes d'organisation et de formation.
▼ Contact : Dominique Laborde INRA, 43 rue de Caumartin 75009 Paris. Tél. 40 17 85 84.

SIGNALISATION CELLULAIRE AU COURS DE L'INFECTION, La Grande-Motte, 16-18 novembre 1994. Organisé par l'INSERM.
Thèmes : processus de signalisation cellulaire, les toxines, signaux cellulaires induits lors de l'infection, induction de signaux intercellulaires par l'infection, interactions pathogènes-cellules, induction de signaux par les pathogènes infectieux, nouvelles approches dans l'analyse de l'infection.
▼ Contact : Laurence Schaffar, INSERM, 101 rue de Tolbiac 75654 Paris cedex 13. Tél. 44 23 61 40.

Manifestations

SEMAINE DU GOÛT, Montpellier, 17-23 octobre 1994.
Cette manifestation, appuyée par la DIC nationale avec pour partenaires Agropolis Museum et le Conseil National des Arts Culinaires s'inscrit dans le cadre des VIème rencontres INRA-ENSAM.
Elle s'articule autour de 3 points forts :
- conférence inaugurale le 17 octobre organisée par le CNAC, Agropolis Museum et l'INRA sur le thème "Cultures, traditions, et innovations alimentaires" ;

• "la nuit des homnivores : à voir et à manger !" au Corum de Montpellier le jeudi 20 octobre une soirée du film sur l'alimentation (documentaires, fictions...) avec des entractes gourmands ;
• "un dimanche à la campagne", le 23 octobre au château de Restinclières à l'initiative d'Agropolis Museum : l'Hérault, des paysages et des produits, buffet imaginatif des terroirs.

Présentation à Agropolis Museum du 15 octobre au 22 novembre de l'exposition "Terroirs, territoires, lieux d'innovation", accompagnée d'un orgue à arômes et d'une série de jeux vidéo intéractifs coproduits par le CNAC et l'INRA sur le thème des terroirs régionaux.

Pendant la semaine du goût, un atelier d'analyse sensorielle animé par le CRITT-TRIAL (Cellules de transferts, CIRAD, INRA...) initiera les scolaires et les visiteurs à la notion de goût.

▼Contact : François Martin, responsable communication à Montpellier. Tél. 67 61 22 00. Valérie Toureau et Claire Sabbagh, DIC Paris. Tél. 42 75 90 85/93 83.


Photo : Fernand Margelie

LE CENTRE DE VERSAILLES À VERSAILLES ! Depuis 1990, une exposition itinérante présentant des recherches du centre de Versailles s'est rendue dans treize communes d'Ile-de-France. Alain Schmitz, conseiller général des Yvelines, et maire adjoint de Versailles a proposé pour Versailles la toute récente salle d'exposition située dans les très beaux bâtiments rénovés du Marché Notre-Dame.

À partir de l'exposition existante, l'équipe "Communication scientifique et technique" du centre a eu le souci de présenter les faits scientifiques dans un contexte susceptible de plaire à la sensibilité d'un public plus particulièrement connaisseur en art et en histoire : l'histoire du site occupé par le centre (cartes, documents des Archives départementales et de la Bibliothèque nationale), des ouvrages rares, tirés du fonds extrêmement riche de la documentation et des stations (surtout la pathologie végétale), des dessins et aquarelles des différents dessinateurs de talent qui ont travaillé à Versailles. Une mise en scène dynamique (grâce à une stagiaire en scénographie) et un clin d'oeil vers des conceptions artistiques modernes (la culture du maïs en mini-serre traitée en sculpture) complètent l'ensemble.

L'inauguration officielle a eu lieu le lundi 12 septembre en présence de Guy Paillotin et de André Damien, maire de Versailles.

Exposition ouverte tous les jours du 8 septembre au 2 octobre, de 11 à 19 heures, Place du Marché Notre-Dame, Versailles.

▼Contact : Marion Tempé, responsable communication à Versailles. Tél. 30 83 35 02.

OUVERTURE DE LA GRANDE GALERIE DU JARDIN DES PLANTES. Après trente ans de fermeture, la rénovation de cet édifice a abouti le 25 juin dernier. Préparé par une large communauté de scientifiques, le thème de l'évolution a été choisi pour l'exposition permanente :
• un grand spectacle : la vie (diversité actuelle des espèces),
• une grande histoire : l'évolution (histoire et mécanismes),
• un grand rôle : l'homme (facteur d'évolution et ses relations avec la nature).

Horaires : 10 h à 18 h sauf fermeture le mardi et nocturne le jeudi jusqu'à 22 h.

▼Contact : Grande Galerie, 36 rue Geoffroy Saint Hilaire 75005 Paris. Tél. 40 79 30 00.

MICROZOO, Rotonde des Éléphants de la Ménagerie du Jardin des Plantes, exposition permanente.

C'est un zoo d'un type nouveau consacré à la présentation d'arthropodes (microarthropodes, acariens...). Des télémicros permettent de conduire directement les observations à travers de véritables microscopes de recherche à manipuler librement comme un jeu électronique sous la conduite d'un commentaire français ou anglais. La visite est autorisée aux enfants à partir de 11 ans.

▼Contact : Jardin des Plantes, 57 rue Cuvier 75005 Paris. Tél. 40 79 30 00.

LES PLUS BEAUX INSECTES DU MONDE, Galerie d'Entomologie du Jardin des Plantes, exposition permanente.

Cette exposition regroupe une sélection arbitraire d'une centaine d'espèces choisies pour leur relative grande taille et leur étonnante beauté. Dans le cadre de sa mission, le laboratoire d'Entomologie offre une présentation pédagogique d'insectes et quelques travaux scientifiques réalisés par des chercheurs (organisation générale des insectes, arbre phylogénique, différenciation des papillons de jour, biodiversité des coléoptères dans une région néotropicale africaine).

▼Contact : Jardin des Plantes, 57 rue Cuvier 75005 Paris. Tél. 40 79 30 00.

Éditer, Lire

Pensez à vos cadeaux de Noël. INRA Éditions vous propose (1) : la botanique redécouverte et la grande flore de Bonnier.

▼Contact : Corinne Vivant, Jean-Pierre Bellei, INRA Éditions Versailles. Tél. 30 83 34 06.

LA BOTANIQUE REDÉCOUVERTE, A. Raynal-Roques, coédition INRA-Belin, 1994, 512 p., 170 F. Tarif

(1) Il serait souhaitable que les commandes soient regroupées par chaque station pour que les frais de port ne soient pas répercutés.

La botanique redécouverte

Aline Raynal-Roques





INRA 119 F. (remise de 30% + 20 F. d'envoi individuel).

Orienté vers une botanique ouverte, résolument moderne, cet ouvrage ouvre au lecteur une compréhension large du phénomène végétal. Il envisage la plante, unité vivante et active, dans ses aspects structuraux, biologiques mais aussi morphologiques, écologiques, évolutifs et même historiques.

Loin des traités de botanique souvent limités au simple schéma de l'identification et du classement des plantes, le texte est accessible à tous : étudiants, médecins, pharmaciens, agronomes, professionnels du paysage et de l'horticulture et tout simplement aux amoureux des plantes.

LA GRANDE FLORE EN COULEURS DE GASTON BONNIER, G. Bonnier, R. Drouin, coédition INRA-Belin, 5 tomes, 1994,

Cette réédition complète que vous avez découverte dans le n°67 d'INRA mensuel (février 1993, p. 42-43) est proposée à la vente du 15 sept au 20 novembre avec 25 % de remise 1994 afin que les personnes qui la commandent puissent la recevoir avant Noël. Passé cette date, cette offre ne sera plus valable.

Tomes 1 et 2 : 729 planches d'illustration en couleurs, dont la nomenclature a été mise à jour (675 F. et 506,25 F. au tarif INRA, frais de port inclus).

Tomes 3 et 4 : le texte intégral reproduit en facsimilé (500 F. et au tarif INRA 375 F. frais de port inclus).

Tome 5 : index nouveaux, donnant la correspondance, espèce par espèce, des noms employés dans les principales Flores en usage en France (180 F. et au tarif INRA 135 F.).

LA GRANDE FLORE

EN COULEURS

DE GASTON BONNIER



3

BELIN

BIENVENUE À L'INRA, BIENVENUE À NANTES, réalisé par la cellule de communication de Nantes, 1994, 20 fiches. Au sommaire :

- les repères,
- la liste des services généraux,
- la liste des services communs,
- la liste des services techniques.

▼Contact : Gérard Nicol, Nantes. Tél. 40 67 50 00.

SIMPLIFICATION DU TRAVAIL AU SOL, G. Monnier, C. Thevenet, B. Lesaffre, ed, coll. Les Colloques, n°65, 1994, 172 p., 160 F.

Les systèmes simplifiés de travail au sol, avec notamment la suppression totale ou partielle du labour classique, trouvent aujourd'hui un regain d'intérêt auprès des agriculteurs et de leurs conseillers. Ils y voient une possibilité de réduire les coûts de production et d'accroître la productivité du travail. Résultat d'une coopération inter-organismes et d'une synthèse des connaissances acquises à partir d'une masse considérable de données expérimentales, cet ouvrage permet :

- d'analyser les systèmes simplifiés non seulement vis-à-vis de leurs conséquences agronomiques mais également en tenant compte des contraintes liées à l'environnement : érosion et pollution des eaux souterraines et de surface,
- de montrer la nécessité d'adapter aux conditions nord-européennes les références américaines sur le travail minimum au sol, très orientées vers la conservation des sols et la culture en conditions sèches.

Les exposés ont été présentés à Paris le 16 mai 1991 par le CEMAGREF, l'INRA et l'ITCF.

▼Contact : INRA Éditions, route de saint-Cyr, 78026 Versailles cedex. Tél. 30 83 34 06.

LE BULLETIN, DE LA STATION ESR D'IVRY, n°4, avril 1994, 13 p.

Cette revue répertorie des informations sur les publications des chercheurs ESR, les ouvrages et les articles sur les thèmes suivants : sciences humaines, modes de vie, ressources naturelles, économie générale, économie agricole, industries agro-alimentaires, disciplines auxiliaires.

▼Contact : ESR-Ivry. Tél. 49 59 69 00.

CAHIERS D'ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES, INRA Éditions, n°31, 2ème trimestre 1994. (L'abonnement de quatre numéros par an : 360 F).

Au sommaire :

- mesure non paramétrique de l'efficacité,
- diagnostic de l'efficacité productive par la méthode DEA. Application à des élevages porcins,
- la prise en compte des nuisances dans les modèles de production : une application à l'agriculture américaine,
- les comparaisons internationales de prix, de volume et de productivité. Application à l'agriculture,
- efficacité dans la production céréalière : une approche non paramétrique,

ANIMER DIFFUSER PROMOUVOIR

À ceux qui partent en retraite...

Si vous désirez continuer à recevoir "l'INRA mensuel" après votre départ à la retraite, faites le nous savoir en indiquant à nouveau votre adresse même si celle-ci n'a pas changé.

INRA mensuel
DIC 147 rue de l'Université
75338 Paris Cedex 07
Tél. 42 75 91 76

• les limites d'une taxation uniforme des effluents : le cas de la production porcine aux Pays-Bas.
▼ Contact : INRA Éditions, route de saint-Cyr, 78026 Versailles cedex. Tél. 30 83 34 06.

COURRIER DE L'ENVIRONNEMENT INRA, n°22, juin 1994, 114 p. Au sommaire :
• l'art de produire la nature ; une leçon de Rousseau,
• aménagement, développement, environnement, un cadre de réflexion pour l'INRA,
• la protection des zones humides : la Camargue,
• un entretien avec Jean Duvignaud : "Nous vivons une de ces périodes ambiguës où tout devient possible",
• un parc national pour les Vosges,
• teneurs totales en métaux lourds dans les sols français.
▼ Contact : DPEnv, 147 rue de l'Université, 75338 Paris cedex 07. Tél. 42 75 92 47.

CAHIERS DES TECHNIQUES INRA, n°33, mai 1994. Au sommaire :
• réalisation d'un système nettoyeur de gaz 14CO2, sur boîte à gants destinée à expérimenter sur les végétaux en chambres climatisées,
• automatisation d'une expérimentation sur la respiration du sol,
• l'impression des sorties SAS sous UNIX : les sorties textes,
• BIO-ASPRO, un logiciel d'Aide à la Simulation de PROcédés BIOlogiques.
▼ Contact : Yves Bonnet, INRA-Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle. Tél. 73 87 35 74.

CAHIERS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES FRANCOPHONES AGRICULTURES, éditions John Libbey Eurotext, vol. 3, n°3, mai-juin 1994. Synthèse : la pathologie chez les poissons d'élevage.
(Abonnement : ATEI, 23-25 rue Fernand-Combette 93100 Montreuil-sous-Bois. Tél. 48 59 58 11).

SÉCHERESSE. SCIENCE ET CHANGEMENTS PLANÉTAIRES, éditions John Libbey Eurotext, vol. 5, n°2, juin 1994. Synthèse : aménagements hydrauliques, irrigation et développement régional en Tunisie.
(Abonnement : ATEI, 23-25 rue Fernand-Combette 93100 Montreuil-sous-Bois. Tél. 48 59 58 11).

BULLETIN DES VARIÉTÉS, GEVES, 1994.
Plantes à fibres et oléagineuses, Crucifères fourragères, 150 F.
▼ Contact : Geves, INRA La Minière, 78285 Guyancourt cedex. Tél. 30 83 30 00.

LE GUIDE DE LA SCIENCE EN FRANCE, MESR - LA SCIENCE EN FÊTE, Guides Hachette, 1994, 98 F.
À côté des grandes institutions comme la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette, l'Archéodrome de Beaume, le Futuroscope de Poitiers ou Océanopolis à Brest, cet ouvrage décrit de très nombreux autres sites scientifiques moins connus mais tout aussi intéressants. Comment fonctionne une centrale atomique ? Où découvrir un radiotélescope ? Qu'est-ce qu'un ascenseur à bateaux ? Un arboretum ? ... Pour s'instruire en se distrayant, découvrir des techniques modernes ou des gestes oubliés, ce guide recense, région par région, 400 sites industriels, scientifiques ou technologiques ouverts en permanence ou sur rendez-vous. Aux grands sites de la France métropolitaine s'ajoutent ceux des départements et territoires d'outre-mer comme la base de Kourou en Guyane. Les grands musées de sciences naturelles et les aquariums les plus riches complètent ce panorama.

AUX ORIGINES DE LA FRANCE RURALE, OUTILS, PAYS ET PAYSAGES, Jean-René Trochet, CNRS éditions, coll. Mémoires et Documents de géographie, 1994, 168 p., 220 F.
Depuis les années 1930, peu d'études d'ensemble ont porté sur notre passé rural. Celle de l'auteur examine les systèmes agraires, les techniques de la vie rurale et les découpages territoriaux traditionnels en s'aidant des données qu'apportent l'histoire, l'ethnologie et la géographie historique. L'organisation du paysage, les formes et utilisations des champs, la structure de l'habitat, le rôle des espaces périphériques (landes, forêts...) sont abordés sous l'angle de la vie matérielle, et illustrés par de nombreux exemples concrets, de l'Antiquité au début du XXe siècle. Cet essai élargit la définition des trois systèmes agraires qui se sont partagés le territoire de la France rurale ancienne : les systèmes atlantique, méditerranéen et du Nord-Est. Il éclaire ensuite les relations qu'entretenaient ces systèmes agraires avec des traits historico-culturels qui divisaient l'espace rural français jusqu'à une époque récente. Avec la restitution et la reconstitution vivante et minutieuse d'un monde disparu, cette étude révèle les héritages dont nous sommes les détenteurs, aussi bien dans notre mémoire collective ou individuelle que du point de vue de l'amateur d'objets, de maisons et de paysages.
CNRS Éditions, 20-22 rue Saint-Amand 75015 Paris. Tél. 45 33 16 00.

LE PAYSAN ET SON OUTIL : ESSAI TECHNIQUE DES CÉRÉALES (FRANCE, VIIe - XVe SIÈCLE), Georges Comet, CNRS éditions, coll. de l'École Française de Rome, 1994, 711 p.
Étude des conditions matérielles de la production des céréales au Moyen-Âge suivant le cycle biologique qui va de la préparation du sol à la cuisson du pain, en associant la représentation que s'en faisaient les contemporains. Après un examen des outils employés depuis les labours jusqu'à la moisson (origine, typologie, chronologie d'utilisation, manière dont ils ont façonné les paysages), étude de la diversité des grains cultivés, histoire de leur fortune et de leur abandon (avancée du blé, recul de l'épeautre), transformation de ces grains pour les consommer (battage, mouture et procédés mécaniques avec une typologie des moulins), préparation des différentes sortes de pains, enfin, étude iconographique précise

Les plus anciens fossiles d'insectes remontent à 320 millions d'années, la période du Carbonifère, et des Sauterelles archaïques arpentaient déjà les fougères à l'aube de l'ère secondaire alors que, dans l'arbre évolutif du monde animal, oiseaux et mammifères n'étaient pas encore parvenus à se détacher du tronc reptilien. On ne peut douter que les tout premiers sons organisés produits sur la Terre l'aient été par les insectes, quelque 200 millions d'années avant qu'un certain singe ne s'avise de se déplacer sur ses pattes postérieures, inconscient de la formidable suite de conséquences qui devait résulter de cette fantaisie.


Photo : Louis Vidal

Certes, nous ignorerons toujours à quoi ressemblaient ces stridulations primordiales, mais si l'on retient que tous les genres d'insectes actuels existaient au début de l'ère tertiaire, il y a plus de 60 millions d'années, on en vient à penser que c'est peut-être d'une autre oreille qu'il nous faut aujourd'hui écouter ces musiques très humbles.

A la différence de la lumière des étoiles mortes qui nous arrive encore, ces chants sont bien le message vivant venu de temps très lointains qui, inlassablement, inchangé peut-être, nous parvient toujours.

B. Dumortier

Entomophonia
chants d'insectes
A. J. Andrieu, B. Dumortier, maquette P. Dubois

Ce livret et ce disque, dont la réalisation a été soutenue par la direction scientifique des Productions animales et la DIC, constituent une expérience originale de mise en archives de trente ans de recherches.

Le disque est un recueil des signaux sonores de 50 espèces d'insectes appartenant à la faune de France. Si les chanteurs les plus connus, grillons, cigales, sauterelles, sont largement représentés, une place importante est également réservée à des espèces dont les capacités sonores sont souvent ignorées : charançon, nécrophore, géotrupe, capricorne, mais encore sphinx tête de mort, termite, fourmi... Présentés dans leur ambiance sonore naturelle, les enregistrements sont accompagnés d'un bref commentaire sur les caractéristiques de chaque espèce et sur le milieu dans lequel elle vit.

Le livret s'ouvre sur la monographie illustrée de chacune des espèces enregistrées, comprenant l'analyse physique de leur chant, par spectre de fréquences et par oscillogramme. Les cinq chapitres qui suivent répondent à des questions générales sur la bioacoustique des insectes : nature et propriétés du son, principes de la classification des espèces et nomenclature, structure et fonctionnement des appareils d'émission sonore, audition, comportements associés à la signalisation acoustique.

Disque compact 55mn et livret de 215 pages, 180 F et tarif INRA 126 F + 20 d'envoi. INRA Éditions, Fax : 30 83 34 49.

ANIMER
DIFFUSER
PROMOUVOIR

sur la place tenue par ces grains et leur travail dans l'imaginaire social.
CNRS Éditions, 20-22 rue Saint-Amand 75015 Paris. Tél. 45 33 16 00.

LA GESTION, L'INFORMATIQUE ET LES CHAMPS, l'ordinateur à la ferme, Laurent Hémidy, L'Harmattan, 1994, 270 p., 140 F.
Après les travaux des champs, seuls à leur bureau ou à l'occasion d'un travail en groupe, des agriculteurs découvrent l'ordinateur et s'initient à l'informatique de gestion. C'est là l'un des signes de la profonde transformation de leur métier. Comment établissent-ils avec cette innovation des rapports fragiles ou permanents, raisonnés ou spontanés ? Pourquoi et comment utilisent-ils l'ordinateur pour mieux gérer leur entreprise ? En réponse à ces questions, cet ouvrage dessine les traits d'une nouvelle activité, la gestion informatisée de l'exploitation agricole. Selon différents angles d'observation et d'analyse, l'agriculteur y apparaît sous le visage d'un utilisateur soucieux de découvrir, d'expérimenter et de comprendre une nouvelle technique. Et cet apprentissage aboutit aussi à une transformation de ses "façons" de gérer. L'amélioration des procédures administratives, le renforcement de la logique d'attention et le développement du regard stratégique révèlent chacun les particularités d'un autre mode de gestion qui a su intégrer l'informatique... à la ferme. Ce livre plonge au coeur de situations concrètes et montre tout l'intérêt d'une analyse des usages des instruments de gestion, de leurs impacts sur les pratiques des gestionnaires. Et au-delà de cette analyse, il soulève la question de la place et du rôle du chercheur dans le domaine de la recherche en gestion appliquée à l'exploitation agricole.
L'Harmattan, 7 rue de l'École Polytechnique 75005 Paris. Tél. 43 54 79 10.

ESSAI DE MORPHOLOGIE ÉVOLUTIVE, Raymond Schnell, Masson, 1994, 140 p., 158 F.
La science des organismes végétaux s'est considérablement développée au niveau cellulaire et infracellulaire. Pour la réelle compréhension du monde végétal, il est essentiel de garder en mémoire qu'il existe d'étroites relations entre les phénomènes macroscopiques et les faits plus fins. Ainsi, le comportement écologique des espèces, la compétition interspécifique... ne sont que des "phénomènes-enveloppes" intégrant les effets et les sommes des phénomènes alimentaires ; la compétition entre les espèces est, en fin de compte, une compétition entre les structures moléculaires qui conditionnent leur morphologie et leur physiologie. Dans cette compétition et dans l'utilisation du milieu, certaines structures, certains comportements, assurant la survie de la plante et le maintien de l'espèce, constituent ce que l'on peut qualifier de "stratégies". Il est remarquable de constater des structures et des comportements semblables, indépendamment des parentés taxonomiques reconnues. L'auteur y voit là la réalisation communes d'idées de thèmes, pour reprendre l'expression de Ruyer. Ce sont quelques-uns de ces thèmes que cette suite de monographies propose de discuter. Cet ouvrage présente une vue synthétique, résultant des observations multiples effectuées sur les cinq continents par l'auteur tout au long de sa vie.
Masson éditeur, 120 boulevard Saint-Germain 75280 Paris cedex 06. Tél. 40 46 60 00.

COPAIN DES CHAMPS, À LA DÉCOUVERTE DE LA CAMPAGNE, Serge et Dominique Simon, Pierre Ballouhey, éditions Milan, coll. copain, 1994, 238 p.
Cet ouvrage est destiné aux enfants qui :
• aiment la campagne, cueillir des fleurs, jardiner, observer les animaux et s'en occuper, écouter le chant des oiseaux, chercher des champignons, manger des produits frais,
• voudraient savoir comment cultiver la terre, comment faire du pain, du vin et du fromage, ou ceux qui souhaitent apprendre à reconnaître les céréales et les plantes aromatiques, à faire de la marmelade et de la soupe d'orties...
• s'interrogent sur l'agriculture d'hier, et sur celle de demain, sur l'avenir de nos campagnes,
• désirent se rapprocher de la nature et exercer un métier agricole.
Alors, ils trouveront de précieuses informations sur le milieu rural, des jeux, des activités, de quoi sortir des sentiers battus et guider leurs aventures champêtres.

ÉDITER UNE PUBLICATION, GUIDE À L'USAGE DES ADMINISTRATIONS, Commission de Coordination de la Documentation Administrative, La Documentation Française, 1994, 272 p., 120 F.
Des spécialistes de l'édition, des responsables administratifs et des gestionnaires, ont mis en commun leurs expériences, succès, difficultés et échecs, en vue de rendre service aux administrations qui veulent se lancer dans cette aventure : éditer. À ceux qui sont appelés à prendre part au processus éditorial, depuis les études préliminaires, indispensables à la prise de décision, jusqu'à la diffusion au public, cet ouvrage est avant tout un guide pratique : chaque chapitre présente une étape de la chaîne complexe, qui unit tous les métiers de l'édition. Aucune des interrogations qu'un projet éditorial peut susciter n'est négligée ; l'évaluation des coûts, la maîtrise des budgets, les principes administratifs qui les régissent y sont également développés ; un lexique définit les termes techniques que les responsables de publications se doivent de connaître pour dialoguer avec les professionnels chargés de la conception, de la fabrication ou de la diffusion. On y trouve également des adresses utiles, des renseignements juridiques et des modèles de contrats, une bibliographie et un index.
La Documentation Française, 29 quai Voltaire 75344 Paris cedex 07. Tél. 40 15 70 00. ■

INRA Partenaire

Communauté scientifique

Les AOC dans le Massif Central

À la demande de la profession fromagère du Massif Central, a été créé en 1972 le laboratoire de Recherches Fromagères de l'INRA à Aurillac, avec pour mission la prise en compte des besoins régionaux et locaux en recherche et développement. Au fil du temps, ce laboratoire a été amené à s'investir entièrement dans la défense de fromages d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) avant même que cette préoccupation ne devienne nationale.
Les recherches se sont tout d'abord orientées vers les flores d'affinage : moisissures, levures et bactéries qui typent les fromages d'AOC du Massif Central. Les résultats obtenus sur ce thème suscitent en 1983 la création d'un Groupement d'Intérêt Economique (GIE) de production des levains. Ce GIE LIP (Laboratoire Interprofessionnel de Production) est constitué d'entreprises de fabrication des AOC d'Auvergne. L'INRA joue dans ce groupe un rôle important de conseiller par l'intermédiaire du laboratoire de Recherches Fromagères qui a d'ailleurs mis au point le levain utilisé pour la fabrication de la totalité du Saint-Nectaire ensemencé en croûte soit 70% du tonnage. À la demande des producteurs de fromages (de type Bleu, Bleu d'Auvergne, Bleu des Causses, Fourme d'Ambert et de Montbrison, Roquefort), les chercheurs de ce laboratoire ont isolé et caractérisé les souches de *Penicillium roqueforti* particulières à chaque AOC, souches que produit le GIE. Depuis 1991, le laboratoire a également entrepris l'isolement et la caractérisation des souches de bactéries lactiques de ces AOC.
Le procédé de fabrication des AOC souffre souvent d'un manque de définition et les recherches dans ce domaine ont longtemps été délaissées de crainte que la connaissance n'entre en conflit avec la tradition. Les études entreprises ont en effet consisté à fabriquer des AOC (notamment 180 fabrications expérimentales de Cantal) en atelier, en faisant varier différents paramètres tels que la température, la pression, le pH... puis à en observer les conséquences sur la typicité et la qualité de l'AOC produit. Cette recherche technologique permet de connaître les phénomènes physico-chimiques et se veut explicative, voire didactique. La fabrication d'un AOC obéit en effet aux mêmes lois de la technologie laitière qu'une fabrication industrielle (parallèle que les "traditionnalistes" des AOC n'aiment pas trop). Ainsi, l'étude de la technologie du Cantal a montré que la production d'un Cantal de qualité passe par le respect de certains paramètres, d'autres pouvant varier pour donner l'expression d'une certaine diversité.
L'INRA s'est attaché à expliquer aux producteurs pourquoi telle valeur de température, de durée, de pH... doit être choisie afin d'amener les producteurs eux-mêmes à une approche rationnelle des problèmes sans pour autant remettre en cause leur foi en l'AOC. L'action est apparue exemplaire pour les autres AOC qui à leur tour souhaiteraient s'engager dans l'optimisation de leur production. (D'après Presse Informations n°178, mai 1994).

Géraud Pradel,
Recherches fromagères, Aurillac.

Les travaux du laboratoire de Recherches Fromagères d'Aurillac très liés aux besoins locaux, sont, à ce titre, en partie financés par la région Auvergne. Parallèlement, le laboratoire est intégré au pôle Fromager AOC-Massif Central, crée en 1993, et qui, outre l'INRA, regroupe le CEMAGREF, des laboratoires d'Universités mais aussi des établissements d'enseignement, des laboratoires d'analyse, les professionnels et les communautés territoriales. Tous travaillent sur ces AOC et abordent des thèmes allant de l'étude des systèmes d'exploitation à la perception de la qualité des fromages par le consommateur.

Valorisation non alimentaire des cultures : le GIS Agrice

La création de l'Agrice (Agri culture pour la chimie et l'énergie) a été annoncée le 9 mai à Tours, à l'ouverture du premier forum européen sur les bio-carburants, par le Ministre de l'Agriculture Jean Puech.
L'Agrice est un groupement d'intérêt scientifique. Il dispose d'un budget de 65 millions de francs, dont 40 millions proviennent de ressources publiques et 25 millions des professionnels agricoles et des industries.
Ce GIS associe l'Ademe, l'Institut français du pétrole, l'INRA, trois ministères (Agriculture, Recherche, Environnement), trois organisations professionnelles agricoles (la Confédération générale des planteurs de betteraves, l'Organisation nationale interprofessionnelle des oléagineux ou ONIDOL et l'Association générale des producteurs de blé ou AGPB) et deux industriels (Rhône-Poulenc et Total).
Les missions de l'Agrice sont de promouvoir le développement de nouveaux débouchés agro-industriels, à la fois pour limiter les effets de la réforme de la PAC tout en allant dans le sens des engagements du Sommet de Rio, notamment sur la réduction des émissions de CO_2.
Cinq domaines d'intervention sont déjà définis, dont trois dans l'énergie, qui sera le domaine de prédilection de l'Agrice, du moins dans un premier temps :

- la recherche sur la filière des plantes lipidiques produisant des huiles et des esters pour l'énergie (huiles ou esters méthyliques) ;
- la recherche sur la filière des plantes glucidiques produisant de l'éthanol et ETBE ;
- la recherche sur la filière des plantes ligno-cellulosiques ou herbacées débouchant sur les bio-combustibles ;
- un programme VANA (valorisations non alimentaire) non énergétique débouchant sur les dérivés agricoles dans les secteurs de la chimie et des matériaux, en substitution des produits pétroliers ;
- un programme ENVIE (environnement, veille, international, économie), traitant des conditions d'intégration de ces filières. (D'après Agra-France, 14 mai 1994).

▼ Contact : Jean-Claude Sourie, INRA-ESR Grignon. Tél. 30 81 53 45. ■

Travailler à l'INRA

Conseil d'administration

La prochaine séance se tiendra à Paris le 27 octobre prochain.

Conseil scientifique

Le prochain se tiendra au centre de recherches d'Avignon les mardi 8 et mercredi 9 novembre 1994. Le principal point à l'ordre du jour sera la présentation du schéma directeur du secteur Environnement Physique et Agronomie.

Comité technique paritaire

Il s'est réuni le 27 septembre avec l'ordre du jour suivant : approbation du procès-verbal du comité technique paritaire du 2.06.94 ; campagne d'avancement des ITA pour 1995 ; projet de note de service sur les modifications des procédures de mobilité ; questions diverses : information sur le budget 1995, bilan chiffré de la session 1994 des concours internes d'ITA, projet de note de service sur le suivi des ITA stagiaires, dates des élections aux CAP chercheurs et ITA.


Photo : J. Corre

Pollinisation de l'artichaut.

Structures

Conseil scientifique

Il est constitué, au sein du Conseil scientifique de l'INRA, une délégation permanente composée de six membres (Michel Aigle, Bernard Chevassus-au-Louis, Claude Cheverry, Benoît Lessafre, Charles Descoins, Pierre Pery), chargée d'assurer les tâches dévolues au Conseil scientifique. La délégation permanente se prononcera sur :

- la répartition entre les disciplines ou groupes de disciplines des postes ouverts aux concours,
- le report des postes non pourvus sur un autre concours,
- la constitution des commissions scientifiques spécialisées, dont un quart au moins et la moitié au plus des membres sont choisis sur une liste établie sur proposition du Conseil scientifique,
- la liste des personnalités extérieures qui seront appelées à faire partie des jurys d'admissibilité et d'admission aux corps des chargés de recherche et des directeurs de recherche,
- la liste des personnalités extérieures appelées à faire partie de la commission qui établira la liste d'avancement en première classe des directeurs de recherche de deuxième classe,
- l'ouverture éventuelle de concours d'accès direct au grade de directeur de première classe,
- les dérogations susceptibles d'être accordées aux chargés de recherche ayant apporté une contribution notoire à la recherche pour être candidats aux concours de directeurs de recherche de deuxième classe,
- les dérogations susceptibles d'être accordées aux candidats aux concours d'attaché scientifique contractuel.

(NS DAJ n°94-56, 4 juillet 1994).

Département d'élevage et nutrition des animaux

Prenant effet le 1er juillet 1994, après avis du Conseil scientifique de l'INRA en sa séance du 29 juin 1994 :

- un département d'élevage et nutrition des animaux, rattaché à la direction scientifique des Productions animales, est créé à Theix,
- **Jacques Robelin** est nommé chef de ce département pour une durée de quatre ans ; **Yves Geay** en est nommé chef adjoint pour la même durée,
- les départements d'élevage et nutrition des herbivores et d'élevage des monogastriques sont supprimés.

Appel d'offres

CNAMTS-INSERM 1995

La Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés ou CNAMTS et l'INSERM lancent, en 1995, un appel d'offres de recherche sur les sept thématiques suivantes :

- recherches sur les maladies infectieuses et parasitaires,
- recherche clinique et évaluation des procédures diagnostiques et thérapeutiques,
- recherches en matière de prévention,
- recherches en matière d'évaluation des systèmes de santé et de protection sociale,
- recherches sur les problèmes liés au vieillissement, à la vieillesse, à la dépendance et au handicap,
- recherches en matière de thérapeutiques substitutives,
- recherches sur les conduites et les consommations normales et pathologiques.

Cet appel d'offres est ouvert à tous les chercheurs, quelle que soit leur

appartenance institutionnelle. Les projets de recherche coordonnés et multi-disciplinaires sont particulièrement attendus. Ils peuvent s'inscrire dans une durée comprise entre un et trois ans.
▼ Contact : INSERM, service du Partenariat pour le Développement social, 101 rue de Tolbiac 75654 Paris cedex 13. Fax. 45 85 07 66.

Réseaux de recherche clinique et en santé publique 1995

Afin de favoriser le développement de la recherche clinique et de la recherche en santé publique et la création de liens fonctionnels avec ses partenaires institutionnels, l'INSERM apporte son soutien à la constitution de réseaux associant des équipes de l'action sanitaire et sociale et des unités de recherche de l'INSERM. Pour être reconnu et financé, un réseau doit :
• définir avec précision son extension et sa composition. Le nombre de formations participantes est en principe au minimum de quatre, dont deux unités INSERM et deux équipes externes. Ce nombre peut toutefois faire l'objet d'une dérogation dûment justifiée,
• décrire son projet et son mode de fonctionnement,
• disposer au préalable du financement nécessaire à la réalisation des recherches effectuées dans le cadre du réseau,
• bénéficier, pour son animation, du soutien financier d'au moins une institution autre que l'INSERM (région, administration, hôpital, université, industrie...).
Il est envisagé, au titre 1995, de créer une quinzaine de réseaux environ. Le montant total du financement destiné à l'animation d'un réseau, sera en principe limité à 280 000 F hors taxes et la durée du réseau limitée à 4 ans. Ce financement est compatible avec le dépôt pour les équipes externes de demandes de contrats pluriannuels.
▼ Contact : INSERM, bureau des contrats de recherche, 101 rue de Tolbiac 75654 Paris cedex 13. Fax. 44 23 63 74.

Nominations

Conseil économique et social

Patrick Legrand, secrétaire de la délégation permanente à l'environnement INRA et président de l'association France Nature Environnement, est nommé membre du conseil économique et social pour 5 ans et également membre du conseil d'administration de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie en qualité de personnalité qualifiée au titre de l'environnement, en remplacement de Michel Mousel, démissionnaire.

Direction des services généraux

En remplacement de **Robert Divoux**, en retraite à compter du 1er janvier 1995, **Pierre Darde** est nommé directeur des services généraux. Robert Divoux fera fonction d'adjoint au directeur.

Jean-Pierre Delage est nommé Secrétaire général du centre de recherche de Jouy-en-Josas en remplacement de Pierre Darde.

Jean-Pierre Castelli est nommé Secrétaire général du centre de recherche de Nantes, en remplacement de Jean-Pierre Delage.

Présidence

Marie-Thérèse Errecart, ingénieur de recherche, est revenue à l'INRA en tant que chargée de mission auprès de G. Paillotin le 1er juin 1994. Après avoir exercé jusqu'en 1988 la fonction de secrétaire général de la direction scientifique à l'INRA, M.T. Errecart avait rejoint la société Prisunic en tant que directeur des ressources humaines et de la communication interne.

Formation

Le SAD s'engage pour former les agents de ses domaines

Depuis 1989, le Conseil de Gestion du SAD et le service Formation Permanente national collaborent sur la mise au point d'une formation en direction des agents de domaine. Cette dynamique est encouragée par les responsables de domaine.
Au départ, le constat que l'isolement géographique et les fonctions originales des agents travaillant en domaine pouvaient les couper de la dynamique du département ; puis, au fur et à mesure de la réflexion sur l'évolution du département (plan à 5 ans), la certitude que les domaines s'orienteraient encore plus vers une problématique scientifique intégrant l'"extérieur" : exploitations agricoles, territoires et environnement.
Pour répondre à ces enjeux, il a été décidé d'organiser la formation en deux sous-groupes : les agents et adjoints techniques d'une part et la "hiérarchie de proximité" d'autre part. En effet, le premier sous-groupe est souvent absent de la formation au sein de l'INRA, tandis que le second n'a que difficilement pû s'exprimer sur le quotidien de son travail.
• Pour le premier sous-groupe, l'accent a été mis sur l'accueil dans chaque domaine des agents et adjoints par les collègues de même niveau. Plusieurs objectifs étaient visés : maîtriser l'organisation pratique de la rencontre de A à Z, préparer une expression écrite et orale pour présenter les travaux de chacun dans le contexte du programme

TRAVAILLER A L'INRA

du domaine, faire ressortir les particularités de la région (y compris sur le plan culturel), favoriser la discussion tant sur les aspects pratiques des opérations techniques à effectuer que sur l'organisation du travail interne.

Dans chaque centre, le responsable Formation s'est mobilisé, parfois avec l'aide de formateurs externes (GRETA...). L'évaluation a souligné l'importance de l'autonomie par rapport aux autres collègues du domaine pour préparer la journée et la qualité des débats entre personnes de fonctions homologues. Un regret : la trop courte durée de chaque visite qui ne permettait pas d'approfondir les relations entre personnes ayant rarement l'occasion de telles rencontres.

• Pour le second sous-groupe, une analyse préliminaire rapide montrait à la fois la multitude des situations professionnelles (chefs d'exploitation, responsable de la coordination administrative et de la gestion, maître d'oeuvre de la réalisation d'expérimentations) et la constance de la position d'intermédiaire (encadrement de collègues, exercé sous la responsabilité des directeurs de domaine ou des scientifiques et ingénieurs concevant les programmes de recherche).

À l'instar d'une démarche engagée sur Rennes pour les métiers de secrétaire, il a été retenu l'organisation de deux journées de travail des personnes concernées. Elles portent sur le descriptif des postes (processus individuel), l'élaboration d'un référentiel-type de l'emploi (niveau collectif), le degré de satisfaction dans l'exercice des fonctions, les besoins en formation-adaptation aux tâches actuelles et en formation-anticipation des fonctions futures prévisibles.

Ces journées sont confiées à un formateur externe, avec qui un cahier des charges est mis au point, pour permettre l'expression la plus libre possible. Elles sont préparées par un questionnaire écrit.

Enfin, un compte-rendu est établi par le formateur : les tâches ont évolué de réalisations techniques bien maîtrisées (cf. pratiques professionnelles antérieures aux responsabilités actuelles) à d'autres demandant des savoir-faire en matière de communication, interne notamment, qui supposent une formation non dispensée jusqu'alors. L'évolution future des fonctions fera appel de plus en plus à des connaissances sur le plan montage de dossiers, valorisation des informations financières, gestion d'enquêtes hors site...

À partir de ces bases, le département, avec l'aide du service Formation, va mettre en place des formations adaptées aux différents métiers dans les domaines du SAD, ouvertes le cas échéant à des personnels travaillant dans ses unités ou aux autres départements.

▼Contact : Alain Havet INRA-SAD 78850 Thiverval-Grignon.

Groupe de pilotage : G. Migliori, R. Mezureux, J. Peyrière, Y. Pons et les responsables Formation des centres.

École-chercheurs

LES AVANCÉES DE LA RECHERCHE MONDIALE SUR LA NUTRITION DES RUMINANTS, INA-PG Paris, 26 octobre 1994, 1500 F.

Cette journée aura pour objectif de présenter aux chercheurs un résumé des résultats pour les aider en particulier à mieux innover dans leur métier. Les animateurs seront F. Meschy (INRA), D. Sauvant (INA-PG) et P. Schmidely (INA-PG).

▼Contact : ADEPRINA, 16 rue Claude Bernard Paris. Tél. 44 08 18 37. Fax. 44 08 18 37.

THÉORIE ET PRATIQUE DE QUATRE MÉTHODES DE GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE, ENSA Rennes, 14-18 et 21-25 novembre 1994, 3400 F (non compris les frais de séjour).

La théorie et la pratique de quatre méthodes parmi les plus courantes en génétique moléculaire seront enseignées aux participants :

• le séquençage de l'ADN,
• l'amplification enzymatique de l'ADN ou PCR,
• l'hybridation *in situ*,
• la caractérisation de grands fragments d'ADN.

Chacun des quatre ateliers sera organisé selon le découpage suivant : les bases théoriques (6 à 8 heures) et les travaux pratiques (11 à 12 heures).

▼Contact : Geneviève Migliori, INRA Service Formation, BP 29, 35650 Le Rheu. Tél. 99 28 52 81. Fax. 99 28 52 40.

NUTRITION HUMAINE, La Londe les Maures (Var), 14-18 novembre 1994, 4500 F (frais pédagogiques et hébergement).

Afin de permettre aux participants d'acquérir les connaissances de base en nutrition humaine, de les structurer pour donner une vision générale de la nutrition, notamment dans ses relations avec la santé et d'établir des contacts entre chercheurs pour favoriser le développement de programmes de nutrition à visée humaine, voici le pré-programme de cette école :

• introduction à la nutrition,
• sociologie de la nutrition,
• de l'aliment aux nutriments,
• adaptation nutritionnelle de la sécrétion enzymatique et exploration des fonctions digestives,
• des résidus alimentaires aux métabolites bactériens,
• nutrition et santé : du nourrisson au troisième âge,
• sécurité alimentaire et législation CEE.

Tables rondes sur le cancer colique, le danger des carences et des excès alimentaires, le problème des nouveaux aliments.

▼Contact : Sylvie d'Humières, Formation Permanente Paris. Tél. 42 75 90 33. Fax. 42 75 94 31.

CULTURES PRIMAIRES DE CELLULES MUSCULAIRES SQUELETTIQUES, Strasbourg, 21-25 novembre 1994.

S'adressant aux personnes possédant les bases de la culture cellulaire, mais désirant se familiariser avec la théorie et la pratique de la culture de ce type de cellules, cette formation se déroulera à la demande de B. Fauconneau, animateur de l'AIP

"Croissance" (DSPA), en collaboration avec l'ULP de Strasbourg.
▼ Contact : Nathalie Frelat, Formation Permanente, Paris. Tél. 42 75 90 33. Fax. 42 75 94 31.

ÉLEVAGE DES VÉGÉTAUX EN CONTENEURS, ENITHIP-INRA Angers, 9-13 janvier 1995, 1000 F (y compris frais pédagogiques et d'hébergement) ; 15 personnes.
Responsables scientifiques : M. Charpentier, Professeur ENITHP, L.M. Rivière, directeur de station d'Agronomie à Angers.
La culture en conteneurs constitue un système intégré de production de végétaux, au sein duquel il devient possible de maîtriser un maximum de facteurs agronomiques de production et d'automatiser le plus grand nombre d'opérations culturales.
• Analyse de chacun des facteurs de production (substrats, eau, climat, nutrition minérale...) pour en déduire une pratique culturale cohérente (irrigation, fertilisation, protection sanitaire...).
• Étude de l'ensemble du système, afin de proposer une gestion intégrée des productions (organisation des surfaces, organisation du travail, prise en compte du contexte de la filière et des données socio-économiques).
▼ Contact : Jean-Luc Gaignard, Formation Permanente INRA Angers. Tél. 41 22 56 01. Fax. 41 22 56 05. Sylvie d'Humières, Formation Permanente nationale. Fax. 42 75 94 31.

Divers

Visite ministérielle à Saint Pée

Le Ministre de l'Environnement, Michel Barnier, est venu visiter la station d'hydrobiologie INRA de Saint Pée sur Nivelle (Pyrénées Atlantiques) le 19 juillet dernier et en particulier la station de contrôle des poissons migrateurs d'Uxondoa. Cela a été l'occasion de lui présenter les recherches qui y sont menées dans le domaine de l'environnement : réduction des rejets des salmonicultures, circulation des poissons migrateurs, relations habitat-poissons, modélisation du cycle des poissons migrateurs et influence des facteurs environnementaux.
Concernant plus particulièrement la Nivelle (fleuve côtier du Pays basque), un point a pu être fait avec les élus de la vallée, le ministre et les gestionnaires (Agence de l'Eau, pêcheurs). Après avoir été en 1972 choisie dans le cadre de l'opération Rivières Propres, la Nivelle devrait voir signé bientôt un contrat de rivière pour une durée de cinq ans. Ce contrat aura la particularité d'englober la baie de Saint Jean de Luz, d'être transfrontalier car près du tiers du bassin versant se trouve en Espagne et d'impliquer une station de recherche de l'INRA.

Olivier Clément,
Hydrobiologie, Saint Pée sur Nivelle.

Informatiser les multiples résultats de dégustations

Mille huit cent seize échantillons à goûter à l'aveugle, 470 dégustateurs répartis au sein de 130 jurys, autant de fiches à classer et à analyser : le concours régional des vins d'Aquitaine était un véritable casse-tête jusque-là pour ses organisateurs. Rien que pour établir le palmarès, il ne fallait pas moins de trois personnes et trois heures de comptes et recomptes.
Grâce à l'informatique et à un système créé à l'INRA de Montpellier par Philippe Abbal, les résultats du concours des vins peuvent être connus en temps réel.
Cette méthode utilise à grande échelle le système ULISI mis au point pour les salles de dégustation il y a deux-trois ans de cela. (D'après Sud Ouest Dimanche du 8 mai 1994).
▼ Contact : Philippe Abbal, INRA Montpellier. Tél. 67 61 22 82.

Notes de service

• Entretien d'activité des ITA au titre des années 1993 et 1994. NS DRH n°94-55, 4 juillet 1994.
• Constitution d'une Délégation Permanente au sein du Conseil scientifique. NS DAJ n°94-56, 4 juillet 1994.
• Calcul de la redevance d'occupation des logements concédés par utilité de service NS DRH n°94-57, 7 juillet 1994.
• Informations générales (station de la zone caraïbe). NS DAJ n°94-58, 7 juillet 1994.
• Avancements 1994 des ITA. NS DRH n°94-59, 12 juillet 1994.
• Règles de fonctionnement des commissions scientifiques spécialisées. NS DRH n°94-60, 21 juillet 1994.
• Session 1995 des commissions scientifiques spécialisées. NS DRH n°94-61, 21 juillet 1994.
• Département d'élevage et nutrition des animaux. NS DAJ n°94-62, 22 juillet 1994.
• Main-d'oeuvre occasionnelle (taux horaire de rémunération). NS DRH n°94-63, 4 août 1994.
• Personnels recrutés sur contrats à durée interdéterminée dans le cadre de travaux permanents à temps incomplet (taux horaire de rémunération). NS DRH n°94-64, 4 août 1994.
• Nominations (Direction des services généraux). NS DAJ n°94-65, 5 août 1994.
• Organisation de la gestion budgétaire et comptable. NS DAJ n°94-66, 5 août 1994.
• Nomination (Présidence). NS DAJ n°94-67, 5 août 1994.
• Résultats des concours de Chargés de recherche de 1ère et de 2ème classes (1994). NS DRH n°94-68, 12 août 1994.
• Nominations (Agronomie Corse). NS DAJ n°94-69, 11 août 1994.
• Département d'élevage et nutrition des animaux (composition des conseils scientifique et de gestion). NS DAJ n°94-70, 11 août 1994.
• Informations générales (Technologie des glucides et des protéines). NS DAJ n°94-71, 12 août 1994. ■

Nature

La sittelle d'Europe

Pouvoir identifier, à coup sûr, un oiseau inconnu à la suite d'une simple observation est exceptionnel sauf s'il s'agit de la sittelle d'Europe, *Sitta europaea*, descendant "allègrement" le long d'un tronc la tête la première. Cette espèce est, en effet, la seule de notre avifaune capable de cette prouesse. Mais évidemment ce passereau, d'une taille voisine de celle d'un moineau, ne fait pas que ça ; d'où il est préférable d'avoir en mémoire d'autres caractères d'identification.

Il n'y a pas de dimorphisme sexuel chez la sittelle : les adultes ont le dos gris clair, les flancs brun marron et le ventre roussâtre. La queue, gris bleue, est bordée de noir sur les côtés tandis que du blanc apparaît aux coins. Ce mélange contrasté de coloris, joint à une observation de la tête vous permettra de vous prononcer sans risque d'erreur : cette dernière est typique grâce à la présence d'une calotte d'un beau gris bleu et d'une raie noire traversant l'oeil pour atteindre le bec, long, pointu, de couleur gris ardoisé. Chez les jeunes de cette espèce, le brun aux flancs fait défaut tandis que la calotte est brunâtre.



Originellement inféodée aux milieux forestiers, la sittelle s'est fort bien adaptée aux parcs, aux jardins ; ce qui multiplie encore les occasions de rencontre et ce, tout au long de l'année. C'est donc un oiseau commun mais qui se fait, toutefois, plus rare sur le littoral méditerranéen. Quant à la Corse... gardons le "suspense" pour le moment.

La sittelle "ne reste guère en place" : suivre ses évolutions vous permettra de découvrir sa sûreté dans toutes les circonstances. Qu'il s'agisse de grimper, de descendre, de s'accrocher aux branches ou branchettes, l'oiseau est toujours à l'aise comme il l'est lorsqu'il se déplace sur le sol. Dans toutes ses activités il demeure vigilant et, par exemple, adoptera une technique semblable à celle exploitée par l'écureuil pour rester dissimulé à votre vue : au fur et à mesure de votre progression il tournera autour du tronc auquel il est agrippé pour que celui-ci soit, toujours, entre vous et lui.

Sa nourriture est des plus variées : elle comporte, tout d'abord, des proies animales recherchées dans les fentes des écorces, sur les branches, au sol. Les aliments d'origine végétale ne sont pas, pour autant, dédaignés surtout lors de la mauvaise saison. Pour des graines nues, l'ingestion est directe tandis que pour celles renfermées dans des "containers" divers (cônes d'épicéa, pommes de pin, noisettes...) la sittelle doit, au préalable, percer ceux-ci à l'aide de son bec ; ce qui la conduit, souvent, à transporter ses prises jusqu'à certaines cavités de son territoire afin de les caler dans ces dernières et pouvoir, ainsi, en venir à bout.

Ces activités de transport nous conduisent à évoquer un nouveau phénomène de convergence entre la sittelle et l'écureuil : cet oiseau a, lui aussi, tendance à constituer des réserves alimentaires, dont seule une fraction sera consommée ultérieurement. Il ne dépose qu'une graine par cache même s'il en transporte plusieurs à la fois. Lohr a mis en évidence qu'un couple de sittelle peut effectuer jusqu'à 921 stockages quotidiens.

Si l'occasion s'en présente les sittelles adopteront très vite les postes de nourrissage hivernal... ou même les gamelles de vos animaux. Ce comportement leur aurait valu l'appellation de sittelles torchepots, leur nettoyage étant assuré en "deux coups de cuiller à pot".

La période de reproduction est à l'origine d'une seconde appellation traduisant une autre aptitude de cette espèce : la sittelle maçonne. En effet, très "exigeant" quant à ses conditions de logement, cet oiseau ne trouve pratiquement pas en nature de cavités pouvant le satisfaire pleinement. Force lui est donc de mettre le bec "à la pâte" pour l'aménager. Pour ce faire la sittelle récolte, à terre, divers matériaux qu'elle mélange avec de l'argile. Ces boulettes de mortier sont ensuite appliquées où nécessaire, le bec servant de truelle : réduction du trou d'envol et obturation de toutes les fentes. Par contre, beaucoup moins de soins sont apportés à la confection du nid, rudimentaire, composé de fragments d'écorce et de feuilles sèches.

La ponte, en général une seule par année, comprend de six à huit oeufs blancs tachetés de roux. Dès leur indépendance alimentaire acquise, les jeunes se dispersent, laissant le territoire à leurs parents.

Levons, maintenant, le "suspense corse" annoncé : dans l'Île de beauté, si vous avez de bons yeux (ou des jumelles), vous pourrez observer des sittelles... mais il ne s'agit pas de la même espèce. Cette dernière, la sittelle corse, n'a été découverte qu'en 1883 par l'ornithologue anglais Whiteheadi d'où ses deux noms latins : *Sitta Whiteheadi* ou... *canadensis* (mais, comment serait-elle venue ?). Cet oiseau est de la taille d'un grimpereau et fréquente surtout la cime des arbres où il prospecte sa nourriture un peu à la manière des mésanges.

Ayant fait un premier bond du continent à la Corse, effectuons-en un second pour nous retrouver en Algérie où, en 1976, Ledant observa et décrivit une espèce jusqu'alors inconnue : la sittelle... de Ledant, *Sitta Ledanti*. Ce sanctuaire fut aussitôt classé comme Parc national étant donné le très faible effectif de cette population. En réalité, depuis, son aire de répartition semble être plus vaste.

Philippe Gramet. ■

Avec l'autorisation de Madame Gramet, nous poursuivons la publication des textes remis par Philippe Gramet avant sa disparition le 10 mai dernier.

Les lois de bioéthique et leurs impacts sur la recherche

Le Point

Lorsque la France a créé en 1983 le Comité Consultatif National d'Éthique (CCNE), elle faisait figure de pionnier dans le domaine de la Bioéthique. Dix ans plus tard, au contraire, elle se présente comme le dernier grand pays européen qui n'ait pas fixé dans une Loi ses orientations en matière d'éthique biomédicale. Il y avait là une urgence, d'autant plus grande, qu'un projet de convention-cadre européen dans ce domaine est en cours de discussion et que la France risquait donc de se trouver soumise à des règles communautaires avant d'avoir fixé ses propres orientations dans la Loi.



Photo : G. Cattiau

La réflexion sur ce sujet n'a pourtant pas été absente durant cette décennie. Au contraire, rapports et projets se sont succédés. Mais il faut bien dire qu'ils n'ont mobilisé l'opinion qu'à propos d'événements médiatiques plus ou moins graves : maternité de femmes ménopausées, scandale dans la transplantation d'organes, sans parler de l'affaire du sang contaminé. Une controverse s'est donc élevée sur l'opportunité de ces "lois de circonstances" qui restent contestées par quelques-uns des plus grands esprits de notre pays.

Quoiqu'il en soit, le processus législatif est désormais irréversible et un premier projet a été voté par la Chambre des Députés en 1993, voté après quelques modifications par le Sénat à la fin de la même année, voté de nouveau après amendements par la Chambre en Avril 1994.

Il existe maintenant un corpus de lois contraignantes pour la Recherche Biologique en général et Médicale en particulier qui tend à s'enrichir en permanence : Lois sur l'expérimentation animale, Loi sur l'utilisation des organismes génétiquement modifiés dont les derniers décrets sont en cours d'élaboration, Loi dite "Huriet" qui régit l'expérimentation sur l'homme. Contrairement aux précédentes, les lois de Bioéthique n'ont pas pour objet direct l'activité de recherche. Elles visent à réguler les problèmes de Société posés par l'application des résultats de la Recherche en Biologie. Toutefois, elles vont aussi affecter indirectement certaines activités des chercheurs et c'est sous cet angle que nous les examinerons ici.

Les lois sur la bioéthique viennent de paraître au Journal Officiel :

1 Loi n° 94-630 du 25.07.94 (J.O. du 26.07.94) relative à la protection des personnes se prêtant à des recherches biomédicales.
Loi n° 94-653 du 29.07.94 (J.O. du 30.07.94) relative au respect du corps humain.

2 Loi n° 94-654 du 29.07.94 (J.O. du 30.07.94) relative au don et à l'utilisation des éléments et produits du corps humain, à l'assistance médicale à la procréation et au diagnostic prénatal.

3 Loi n° 94-548 du 1.07.94 (J.O. du 2.07.94) relative au traitement des données nominatives ayant pour fin la recherche dans le domaine de la santé.

Notons, enfin, une caractéristique intéressante de ces Lois : elles sont évolutives et doivent être réexaminées après une période de cinq ans pour adapter leurs applications aux nouvelles avancées de la Science. La loi "Huriet" qui était soumise à la même disposition est précisément appliquée depuis 5 ans, et certaines de ces dispositions ont été discutées et revues dans le même temps où l'on votait les Lois de Bioéthique.

Les Lois de Bioéthique sont constituées par trois textes présentés respectivement par le ministère de la Justice, celui de la Santé et celui de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

1 Loi présentée par le ministère de la justice

Vendre ou breveter des parties du corps humain

Elle traite, pour l'essentiel, "du respect du corps humain et du genre humain". Elle affirme, en particulier, l'interdiction de vendre ou de breveter des parties du corps humain : organes, tissus, cellules, génomes et produits du corps humain. Cette Loi met donc, pour la France, un point final à une grande controverse qui a agité le monde des généticiens : il est désormais interdit de breveter des gènes humains, en totalité ou en partie. On ne peut breveter que des techniques permettant de les isoler ou de les utiliser.
La Loi interdit formellement les pratiques "eugénistes" c'est-à-dire toutes les pratiques aboutissant à une sélection orientée des "gènes du sexe ou des caractères physiques ou raciaux d'êtres humains". Il y a évidemment un vaste consensus sur cette interdiction.

Modifications génétiques

Pourtant, on voit déjà apparaître des difficultés d'application de la Loi qui ajoute "aucune modification ne peut être apportée au génome ou aux cellules humaines d'un homme dans le but d'en altérer la descendance". Cet article condamne en effet la "thérapie génique germinale". La thérapie génique est une technique sur laquelle le monde médical fonde actuellement de grands espoirs pour arriver à l'éradication de maladies graves : la mucoviscidose ou certains types de cancer de la peau en sont des exemples. Elle consiste à remplacer un gène déficient dans une cellule par un gène normal ou "corrigé" par génie génétique. La thérapie génique "somatique" concerne toutes les cellules d'un individu à l'exception de ses cellules reproductrices. Par exemple, des cellules de moelle osseuse d'un malade sont prélevées, "corrigées" *in vitro* en tube de culture, et regreffées au donneur. Par contre, si le gène corrigé est directement introduit avec un vecteur dans un individu vivant, on ne sait souvent pas dans quelles cellules il va s'intégrer. Il peut, en particulier, modifier les cellules sexuelles et donc la descendance de l'individu ; c'est cette thérapie génique dite alors "germinale" qui est interdite par la Loi.

Identifier à partir des gènes

La dernière partie de la Loi traite de l'identification des personnes et de leurs caractéristiques par des examens génétiques.
On sait combien cette technique "d'empreintes génétiques" a progressé aujourd'hui et les chercheurs de l'INRA ont largement contribué à son utilisation dans le monde animal. La Loi exige que de tels examens ne pourront être faits qu'avec le consentement explicite de la personne concernée (sauf cas précis de nécessité médicale).
La Loi précise qu'il est interdit d'utiliser ces techniques dans le monde du travail ou dans celui des assurances : on imagine bien en effet les dangers pour l'individu des débats d'experts pour évaluer ses probabilités de contracter telle ou telle maladie. La Loi règle aussi l'utilisation de ces techniques dans le domaine judiciaire. On peut néanmoins se poser quelques questions sur l'efficacité de ce dispositif lorsqu'on se dit que ces "empreintes génétiques" peuvent aisément être obtenues en envoyant 3 cheveux avec leur bulbe à un laboratoire d'un pays voisin dont la législation est moins contraignante !

2 Loi présentée par le ministère de la Santé

Elle se compose de quatre séries de dispositions sans liens entre elles dont trois sont à insérer dans le code de la Santé Publique. La dernière vise à mieux préciser les attributions et le domaine d'action du Comité Consultatif National d'Éthique.

Don et utilisation des produits du corps humain

Le titre 2 traite des principes et règles applicables au don et à l'utilisation des produits du corps humain. L'urgence de cette loi est liée à la diminution rapide

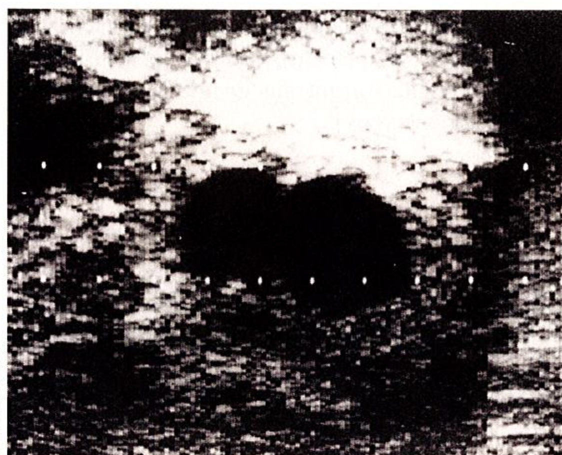
actuellement observée des dons d'organes pour les transplantations : ainsi la diminution du nombre de donneurs entre 1991 et 1992 a été de 12% alors que par exemple 5000 personnes étaient en attente de greffe de rein en 1991. La raison essentielle de cette pénurie de donneurs semble se trouver dans un manque de transparence dans l'attribution des organes, une méconnaissance de la Loi actuelle ("Loi Caillavet"), l'urgence d'obtenir le consentement des familles dans des circonstances tragiques. Les médias se sont faits l'écho de divers scandales dans ce domaine.
Après de longues controverses entre la Chambre et le Sénat, on s'oriente vers la création d'un registre national informatisé des refus des personnes qui s'opposent de leur vivant à ces prélèvements. La Loi prévoit aussi diverses mesures pour "humaniser" le consentement demandé aux familles.

Utiliser à des fins de recherche des prélèvements humains

Dans le domaine de la Recherche, c'est à un autre niveau que se situe l'impact de la Loi. En effet, le consentement préalable ou le témoignage des proches est désormais nécessaire pour utiliser à des fins de recherche des prélèvements faits sur des cadavres ou sur des individus vivants au moment de biopsies. Sinon ces "*res nullius*", "choses nulles", comme on dit en latin devront être incinérées. On peut, d'ailleurs, affirmer que les difficultés de ce consentement préalable seront ressenties, plus encore que par les chercheurs, par les industriels qui extraient des molécules d'intérêt pharmacologique de prélèvements humains (placentas par exemple).
On voit dès lors l'intérêt des programmes de transgénèse de l'INRA qui visent à faire produire par des animaux des molécules que l'on extrait du corps humain.
Plus problématique encore est l'extension de cette obligation pour réaliser des autopsies dites "scientifiques", en dehors de toute procédure judiciaire, pour déterminer la véritable cause d'une mort. Cette pratique reconnue comme essentielle au développement du progrès médical risque fort de s'éteindre. La Chambre a d'ailleurs admis cette objection et a créé une exception à la Loi pour ce cas.

Procréation médicalement assistée

Un troisième texte concerne la procréation médicalement assistée (P.M.A.). La Loi cherche là avant tout à réguler les conditions d'application de la P.M.A. : types de pathologie justifiant cette pratique, nécessité pour les membres du couple d'être vivants, consentants, et en âge de procréer, agrément des Centres pratiquant ces techniques, gratuité, problèmes juridiques (recueil du consentement, filiation).


Photo : Folmer
Échographie du cheval.

Les difficultés pour la recherche proviennent d'une proposition du Sénat visant à interdire désormais toute expérimentation sur l'embryon, considéré comme un être humain dès sa conception. Il pourrait cependant paraître paradoxal que la Loi rende impossible de progresser désormais dans le domaine précis qu'elle recouvre. C'est pourquoi le projet voté par la Chambre assouplit cette disposition en prévoyant des exceptions soigneusement encadrées exigeant évidemment le consentement des parents.

Diagnostics prénatal et préimplantatoire

Enfin, le dernier titre de la Loi traite du diagnostic prénatal et du diagnostic préimplantatoire.
Le diagnostic prénatal, réalisé sur un embryon *"in utero"* dans le ventre de la mère, est une pratique déjà courante que la Loi se contente d'encadrer. Le diagnostic préimplantatoire ou "tri génétique" a, au contraire, donné lieu aux plus vives controverses. Il s'agit cette fois d'un embryon obtenu par fécondation *"in vitro"* qui effectue ses premières multiplications en culture. Avant la réimplantation dans une mère (initiale ou porteuse), on va prélever quelques cellules non indispensables au développement ultérieur de l'embryon et vérifier leur contenu génétique. Une telle technique rencontre l'approbation lorsqu'il s'agit d'éliminer les embryons porteurs de tares génétiques, mais on voit bien que la tentation est grande d'y ajouter le choix du sexe, de la couleur des yeux... au gré des demandeurs. Le risque de dérive eugénique a fait interdire cette technique par les sénateurs, alors que les députés l'acceptent dans des circonstances "exceptionnelles". Que répondre, en effet, au couple qui réclame le recours au diagnostic préimplantatoire, après avoir subi

les traumatismes psychologiques que représentent 2 ou 3 avortements thérapeutiques réalisés à la suite de diagnostics prénatals ayant mis en évidence des déficiences des embryons ?

3 Loi présentée par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

Traitement automatisé des données nominatives

Elle concerne le traitement automatisé des données nominatives ayant pour objet la recherche en vue de la protection ou de l'amélioration de la Santé. En fait, elle vise les recherches en épidémiologie. Celles-ci étaient, en effet à l'origine, incluses dans la disposition de la Loi "Huriet" qui exige, en particulier, le consentement préalable des individus concernés. Il s'est avéré qu'en épidémiologie les exigences de la Loi "Huriet" étaient souvent impossibles à satisfaire et sans intérêt quand on n'effectuait aucun prélèvement traumatisant : nombre de sujets trop élevés (pensez aux enquêtes nutritionnelles), utilisation rétrospective de dossiers hospitaliers... Sur la demande du Directeur de l'INSERM, ces recherches épidémiologiques ont donc été retirées du cadre de la Loi "Huriet". Mais alors, sans cadre juridique, des difficultés sont apparues. On a signalé le cas d'enquêtes visant à étudier le développement d'enfants nés par P.M.A. et qui se trouvaient identifiés dans leur communauté scolaire par l'arrivée d'un questionnaire sans l'avis des parents.

Le texte, qui pourrait être inséré dans la Loi Informatique et Liberté, prévoit donc un Comité Consultatif National Scientifique qui étudie les demandes des chercheurs et donne un avis à la CNIL (Commission Nationale Informatique et Liberté) qui statue. Mais le principe reste l'information individuelle préalable sans exception.

En conclusion

Fallait-il ou ne fallait-il pas légiférer ? Le débat reste ouvert.

A mon avis, les avantages de la législation l'emportent actuellement sur les inconvénients. Faute de Loi, on aurait vu se multiplier le recours au juge utilisant dans ses décisions une jurisprudence déjà très disparate et il devenait de plus en plus difficile de laisser le médecin s'ériger en juge, en fonction de ses connaissances et de ses convictions personnelles, en face de cas difficiles que les avancées techniques rendent de moins en moins exceptionnels.

Il ne faut pas se cacher en revanche que la liberté du chercheur, que nous défendons tous, est de plus en plus surveillée et rigidifiée par l'arsenal législatif qui se met en place.

La prise en compte par le chercheur des problèmes "éthiques" de la société dans laquelle nous vivons est une obligation impérieuse. La déontologie n'est pourtant pas une matière essentielle dans les études médicales, et elle est carrément ignorée dans les autres cursus scientifiques. Enseigner au futur chercheur ses obligations déontologiques serait sans doute un élément de réponse à apporter à la Société pour limiter le développement d'un carcan législatif qui risque de devenir fort pesant pour la Recherche.

Robert Ducluzeau,
Président du centre de Jouy-en-Josas.
Représentant INRA au Comité consultatif National d'Ethique ■

La production de méthane chez les ruminants
sa contribution à l'effet de serre et les stratégies pour la réduire

Le Point

L'effet de serre est le phénomène le plus important parmi ceux qui sont provoqués par l'interaction du système Terre avec le rayonnement solaire. Une partie du rayonnement lumineux à courte longueur d'onde (0,6 μm) émanant du soleil traverse l'atmosphère sans y être absorbé par les gaz qui la composent. Ce rayonnement est pour partie réfléchi vers l'espace, alors que l'autre échauffe la surface du globe terrestre. Cette surface échauffée émet vers l'espace un rayonnement de grande longueur d'onde dans le domaine de l'infrarouge. Mais cette fois une partie est absorbée, non par l'azote et l'oxygène, mais par la vapeur d'eau, le gaz carbonique (CO_2), le méthane (CH4), l'oxyde nitreux, l'ozone et les chlorofluocarbures présents depuis peu à l'état de traces provoquant l'effet de serre. L'effet de serre est naturel et bénéfique car c'est grâce à lui que la température moyenne de la surface de la terre est de 15°C alors qu'elle serait largement négative en son absence.



Photo : L. Vidal

Évolution des gaz à effet de serre

Depuis le début de l'ère industrielle, les teneurs de certains gaz à effet de serre augmentent régulièrement. La teneur en CO_2 s'est accrue de 25 % depuis le début de la révolution industrielle en raison de l'utilisation intense des combustibles fossiles. Le méthane provient surtout de la fermentation anaérobie des matières organiques. Son accroissement est remarquablement corrélé à celui de la population humaine et il apparaît que 70 % des sources actuelles soit 350 millions de tonnes par an, sont imputables aux *activités humaines* principalement agricoles (rizières, incendies de forêts, tubes digestifs des animaux, décharges, gaz et extraction de charbon) (1) contre 150 millions de tonnes pour les marais, tourbières, océans et eaux douces, termites et gaz naturel pour les *sources naturelles*. Enfin, ces émissions de méthane anthropique (2) sont très nettement supérieures dans l'hémisphère Nord.

Bien que le méthane soit inférieur en quantité au CO_2, son potentiel de réchauffement global (PRG), à volume donné, est 30 à 40 fois supérieur à

Ce sujet fait actuellement l'objet d'un travail de recherches pour lequel collaborent quatre laboratoires INRA :
• Recherches sur la Nutrition des herbivores : J.P. Jouany,
• Croissance et métabolisme des herbivores : M. Vermorel,
• Nutrition et alimentation : D. Sauvant,
• Microbiologie : P. Gouet,
et qui est soutenu financièrement par le programme ECLAT du ministère de l'Environnement et le programme AGRIGES des ministères de l'Environnement et de l'Agriculture et la Pêche.

(1) Th. de Montbrial, La Vie des Sciences, 1991.

(2) Anthropique : dû à l'activité de l'homme.

celui du CO_2 (3) et sa contribution relative à l'effet de serre est de 15 à 20 % contre 50 à 55 % pour le CO_2. Le méthane produit ne se retrouve pas en totalité dans l'atmosphère : il est en partie réabsorbé par le sol grâce à des bactéries méthanotrophes (5 % du poids total de CH4) ou piégé dans les glaces polaires et surtout oxydé dans la stratosphère selon un mécanisme complexe qui aboutit à la production et à la destruction d'ozone. Malgré les incertitudes importantes quant au cycle du méthane, il n'en demeure pas moins que sa concentration a été multipliée par 2,5 en un peu plus d'un siècle et par 5 si l'on se réfère à la dernière période glaciaire, il y a 15000 ans. Avec un rythme de croissance proche de 1 % par an, sa concentration doublera encore en moins d'un siècle et il deviendra alors l'un des principaux responsables de l'effet de serre dû aux activités humaines avec un impact sur le climat qui peut avoir des conséquences importantes pour la vie sur notre planète (3).

Dans les écosystèmes digestifs, notamment dans le rumen, le carbone organique est converti en méthane et en gaz carbonique par une chaîne trophique microbienne qui comprend des micro-organismes hydrolytiques, fermentatifs et des espèces bactériennes méthanogènes. L'activité de ces dernières qui se situe à la fin de la chaîne trophique est couplée à un processus appelé "transfert interspécifique d'hydrogène". Les micro-organismes hydrolytiques et fermentatifs convertissent les polymères en molécules de faible poids moléculaire puis en acides gras volatils, gaz carbonique et hydrogène moléculaire. Cet hydrogène en s'accumulant exerce une rétro-inhibition sur les processus fermentatifs. En "pompant" l'hydrogène au fur et à mesure de sa production, les bactéries méthanogènes lèvent cette inhibition. Le transfert interspécifique d'hydrogène garantit la croissance et l'activité des micro-organismes hydrolytiques et fermentatifs. Ce phénomène est fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes anaérobies.

Chez les ruminants, l'hydrogène et le CO_2 produits lors des fermentations sont ainsi utilisés par les bactéries méthanogènes (4). Le méthane produit est éructé et constitue une perte de carbone et d'énergie estimée à environ 8 % de l'énergie brute ingérée et à 12 % de l'énergie digestible. Cette émission de méthane par les ruminants est importante, puisque la production journalière varie de 200 à 400 litres pour un bovin et de 20 à 40 litres pour un mouton ou une chèvre. Cette production de méthane varie en fonction de l'espèce animale mais également en fonction du type d'alimentation et du système de production. À même teneur en énergie digestible, les régimes riches en fibres génèrent davantage de méthane que les régimes riches en amidon ou en glucides solubles. L'ajout de matières grasses réduit la méthanogénèse dans le rumen. L'élévation du niveau d'ingestion d'une ration diminue la part d'énergie perdue sous forme de méthane par unité d'énergie brute. À partir d'une estimation des effectifs des différentes populations de ruminants, les émissions annuelles de méthane pour l'ensemble des ruminants domestiques et sauvages, sont évaluées à 80-110 millions de tonnes ; ce qui représente entre 15 et 20 % des émissions totales. L'intensification de la production animale dans les pays industrialisés a certes augmenté le rendement en protéines par animal, mais aussi la production de méthane : 100 kg/an pour une vache européenne pour 50 kg/an pour un bovin africain ou asiatique mais elle a réduit la quantité de méthane formée par unité de produit fourni (kg de carcasse pour les animaux à viande ; kg de lait chez la vache laitière).

(3) G. Lambert, La recherche, 1992.

(4) selon l'équation chimique globale : $4 H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$.

Évaluer les risques de changement de climat

L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) qui a été créé par l'Organisation Météorologique Mondiale et par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, est chargé d'évaluer les risques de changement de climat de notre planète et de coordonner les mesures d'urgence qui pourraient être mises en place dans les différents pays. En France, un groupe ministériel sur l'Effet de Serre a été créé en 1989 pour dresser un état des rejets de gaz à effet de serre dans notre pays et proposer des moyens de les réduire. Un groupe d'experts rassemblant des physiciens, météorologues, sociologues et des scientifiques couvrant les domaines cibles (microbiologie des sols et des eaux, forêts et photosynthèse, termites, digestion chez le ruminant, chimie de l'atmosphère et des sols, climat...) coopèrent depuis deux ans dans le cadre du projet ÉCLAT (Évolution du Climat et de l'Atmosphère) qui est coordonné par le ministère de l'Environnement. La Délégation à l'Environnement de l'INRA coordonne les actions menées dans ce domaine au sein de notre Institut. Un programme rassemblant les unités de nutrition animale à l'INA-PG, du métabolisme énergétique, de la digestion microbienne et le laboratoire de microbiologie à Clermont-Theix (coordinateur J.P. Jouany) a été mis en place dans le cadre d'ÉCLAT début 1994. Son objectif est de quantifier plus précisément, de prévoir par des modèles les rejets de méthane par les ruminants et de proposer des moyens pour les réduire.

Réduire la production de méthane chez le ruminant

La réduction de la méthanogénèse dans le rumen, en raison de la perte d'énergie qu'elle représente pour l'animal, a depuis longtemps été l'un des objectifs des nutritionnistes. Certains additifs alimentaires comme les antibiotiques ionophores, les acides gras insaturés, les analogues halogénés du méthane, les chlorals, l'acide 2-bromoéthane sulfonique, le diimide pyromellitique, ont en effet la propriété de réduire la méthanogénèse *in vivo*. Cependant, à l'exception des acides gras, ces additifs chimiques ne peuvent être utilisés dans la pratique en raison de leur toxicité pour l'animal, des risques de résidus qu'ils pourraient laisser dans les produits animaux consommables, ou à terme de l'adaptation de la microflore.

Utiliser des bactéries consommatrices d'hydrogène ?

Une des solutions pour réduire la méthanogénèse est peut-être à rechercher du côté des compétitions entre les populations bactériennes capables d'utiliser l'hydrogène (bactéries dites hydrogénotrophes). En effet dans d'autres écosystèmes digestifs comme le colon humain de sujets non-méthanoproducteurs ou l'intestin de certains termites le CO_2 est réduit en acétate par des espèces bactériennes hydrogénotrophes acétogènes (5).
Ces espèces bactériennes sont également présentes dans le rumen. Plusieurs souches hydrogénotrophes ont été ainsi isolées à partir de contenu de rumen de bovins, ovins et cervidés au laboratoire de microbiologie du centre INRA de Clermont-Theix et sont actuellement en cours de caractérisation sur le plan physiologique, métabolique et taxonomique. *In vitro*, ces hydrogénotrophes acétogènes forment des co-cultures stables avec les espèces microbiennes productrices d'H2 notamment les champignons anaérobies et certaines espèces bactériennes cellulolytiques. De même que les espèces hydrogénotrophes méthanogènes, elles accroissent l'activité hydrolytique des bactéries cellulolytiques et dévient leur métabolisme vers une plus grande production d'acétate au détriment des composés réduits et néfastes pour l'animal tels que le lactate ou l'éthanol. Le potentiel microbien pour une réduction du gaz carbonique en acétate plutôt qu'en méthane existe également dans le rumen. L'acétogénèse hydrogénotrophe peut donc potentiellement constituer une alternative à la méthanogénèse. Le problème pour le microbiologiste est de comprendre pourquoi les espèces acétogènes ne sont pas naturellement compétitives avec les méthanogènes pour l'utilisation de l'hydrogène dans l'écosystème ruminal. L'étude de la colonisation du rumen de l'agneau montre que les espèces hydrogénotrophes acétogènes sont parmi les toutes premières à s'implanter dans cet organe dès les premières heures qui suivent la naissance. À l'âge de deux jours, elles se situent à un niveau plus élevé puis diminuent dès que les méthanogènes apparaissent. Ces observations laissent supposer une compétition sévère entre ces deux populations bactériennes. Les mécanismes (affinité, compétition pour l'hydrogène, mixotrophie) qui la régissent sont actuellement étudiés au laboratoire de microbiologie *in vitro* et *in vivo* à l'aide d'agneaux gnotobiotiques (6).

Outre cette alternative potentielle à la méthanogénèse que représentent les bactéries acétogènes autochtones du rumen, on peut également envisager d'introduire dans le rumen sous forme de probiotiques (7) des souches acétogènes sélectionnées issues d'autres écosystèmes, digestifs ou non, où l'acétogénèse est réellement compétitive de la méthanogénèse.

En conclusion

La réduction de la production de méthane par les ruminants passe donc par le contrôle de la microflore productrice d'hydrogène d'une part et l'étude des interrelations entre les espèces bactériennes capables d'utiliser cet hydrogène d'autre part. Elle ouvre donc un vaste champ de recherches fondamentales dans le domaine de l'écologie, de la physiologie et du métabolisme bactérien.

Pour conclure, nous citerons Thierry de Montbrial (1) qui rappelle que... "les trois quarts des émissions actuelles de gaz à effet de serre sont le fait d'un quart de la population de la planète, et les trois autres quarts de la population s'attachent à rattraper leur retard économique avec une vitesse qui est à la fois trop lente pour eux et très menaçante pour la composition de l'atmosphère. L'augmentation des émissions dans les pays pauvres étant nécessaire à leur survie... l'essentiel de l'effort doit incomber au club des pays riches".

G. Fonty, B. Morvan, P. Gouet,
Microbiologie,
J. P. Jouany,
Digestion microbienne, SRNH,
Clermont-Ferrand - Theix. ■

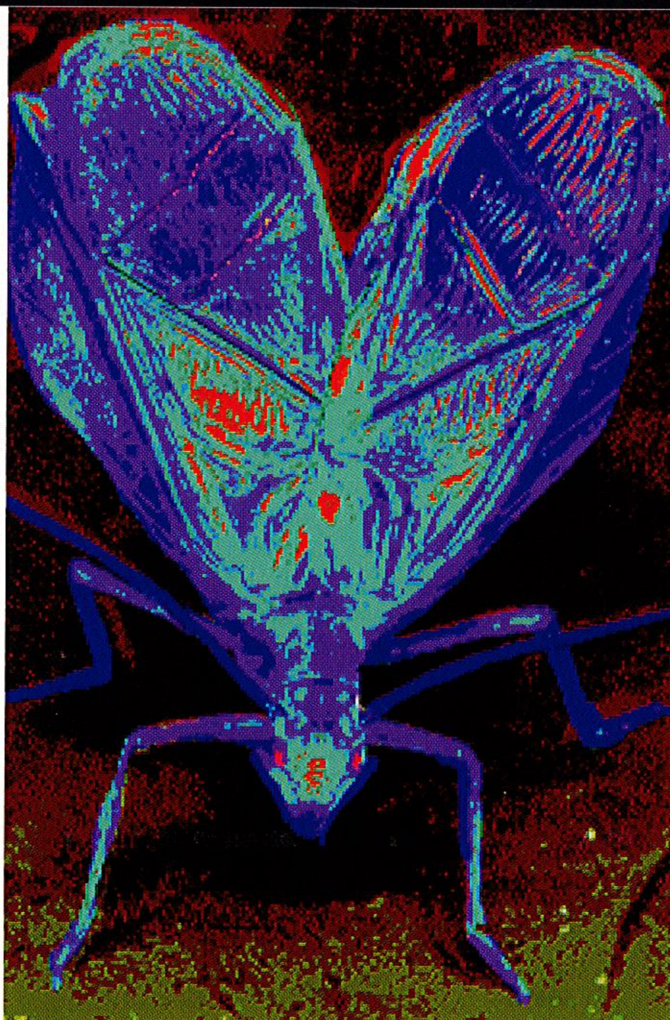
(5) Selon l'équation suivante : $4H_2 + 2CO_2 \rightarrow CH_3COOH + 2H_2O$.

(6) Note d'INRA mensuel : animaux élevés en isolateurs stériles et hébergeant une microflore connue dans leur rumen.

(7) Note d'INRA mensuel : préparation de microorganismes vivants distribués aux animaux comme additifs alimentaires.

D'après un texte paru dans la lettre interne du centre de Clermont-Ferrand - Theix, "le Puy de Sciences", n° 81, janvier 1994.

SOMMAIRE n° 78



Œcanthus pellucens, dessin DAO de Joël Gallé d'après une photo de M. Boulard. Couverture du compact disque "Le chant des insectes" voir p. 13.

Directeur de la publication : Marie-Françoise Chevallier-Le Guyader / Responsable de l'INRA mensuel à la DIC : Denise Grail
Maquette et P.A.O. : Pascale Inzérillo / Secrétariat : Agnès Beaubernard / Photothèque INRA : Raditja Ilami-Langlade
Comité de lecture : Nicole Prunier, Brigitte Cauvin (DIC) / Michèle Troizier (Productions végétales)
Yves Roger-Machart (Productions animales) / Pierre Cruiziat, Agnès Hubert (Milieu physique)
Christiane Grignon, Hélène Rivkine (Sciences sociales) / Marc Chambolle (Industries agro-alimentaires)
Laurence Garmendia (Relations internationales) / Loïc Bordais (Relations industrielles et valorisation)
Marie-Thérèse Dentzer (Service de presse) / Frédérique Concord (Service juridique) / Daniel Renou (Services généraux)
Nathalie Pouvreau (Agence comptable) / Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains)
Michèle Lamouroux (Programmation et financement) / Martine Jallut (Ressources humaines)
INRA,
Direction de l'information et de la communication (DIC), 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : (1) 42 75 90 00.
Conception : Philippe Dubois / Imprimeur : Montreuil offset / Photogravure : Vercingétorix
ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP